



BU 0630 – ru

Функциональная безопасность

Дополнительные инструкции для серии SK 500P

Оглавление

1	Введение	6
1.1	Общая информация.....	6
1.1.1	Документация.....	6
1.1.2	Изменения документа.....	6
1.1.3	Об этом руководстве.....	7
1.2	Применяемая документация.....	7
1.3	Условные обозначения.....	7
1.3.1	Указания.....	7
1.3.2	Другие указания.....	7
1.4	Инструкции по технике безопасности, монтажу и использованию.....	8
2	Описание функции	12
2.1	Схемы безопасных методов отключения.....	12
2.2	Безопасные методы отключения.....	14
2.2.1	Безопасная блокировка импульса.....	14
2.2.2	Safety DI.....	15
2.3	Защитные функции.....	16
2.3.1	Безопасное отключение вращающего момента, STO.....	17
2.3.2	Безопасный останов 1 с управлением по времени, SS1-t.....	17
2.3.3	Приоритеты и реагирование на ошибку.....	18
2.4	Примеры реализации.....	18
2.4.1	Функция STO.....	18
2.4.2	Функция SS1-t.....	21
2.4.3	Простая блокировка запуска.....	23
2.4.4	Пример без «Безопасной блокировки импульса».....	24
2.4.5	Исключение отказа в проводке.....	27
3	Сборка и установка	30
3.1	Встраивание и монтаж.....	30
3.1.1	Монтаж модуля управляемых входов SK CU5-STO и SK CU5-MLT.....	30
3.2	Электрическое подключение.....	31
3.2.1	Указания по электромонтажу.....	31
3.2.2	Сетевое подключение.....	31
3.2.3	Подключение управляющего напряжения.....	33
3.2.4	Описание клемм цепи управления.....	33
3.3	Описание безопасных методов отключения.....	35
3.3.1	Кабельное соединение и экранирование.....	35
3.3.2	Эксплуатация с OSSD.....	35
3.3.2.1	Эксплуатация с одним устройством.....	35
3.3.2.2	Эксплуатация с несколькими устройствами.....	37
3.3.3	ЭМС.....	38
4	Ввод в эксплуатацию	39
4.1	Порядок ввода в эксплуатацию функции STO.....	39
4.2	Порядок ввода в эксплуатацию SS1-t.....	40
4.3	Верификация.....	43
5	Параметры	44
5.1	Параметризация.....	44
5.2	Описание параметров.....	45
5.2.1	Клеммы цепи управления.....	46
5.2.2	Дополнительные параметры.....	51

6	Отображение информации о состояниях	52
7	Дополнительная информация	55
7.1	Устройства защитного отключения	55
7.1.1	Выходное напряжение защитных устройств	55
7.1.2	Коммутационная способность и нагрузка по току	55
7.1.3	Выходы OSSD, тестовые импульсы	56
7.2	Категории безопасности	58
7.2.1	IEC 60204-1:2016	58
7.2.2	IEC 61800-5-2:2016	58
7.2.3	IEC 61508:2010	58
7.2.4	ISO 13849-1:2015	59
8	Технические характеристики	60
8.1	Безопасная блокировка импульса и Safety DI	60
9	Приложение	62
9.1	Указания по обслуживанию	62
9.2	Указания по ремонту	62
9.3	Указания по техническому обслуживанию и вводу в эксплуатацию	63
9.4	Документы и программы	63
9.5	Сертификаты	63
9.6	Сокращения	64

1 Введение

1.1 Общая информация

1.1.1 Документация

Наименование:	BU 0630
Артикул:	6076307
Серия:	Функциональная безопасность преобразователей частоты серии NORDAC PRO SK 500P
Сфера применения:	<ul style="list-style-type: none"> • Устройства со встроенными входами сигналов безопасности: SK 510P, SK 540P • Устройства, дополненные модулями управляемых входов с входами сигналов безопасности: SK 530P, SK 550P • Модули управляемых входов: SK CU5-STO, SK_CU5-MLT • Программное обеспечение NORDAC PRO версии V1.2 R0 и выше

1.1.2 Изменения документа


Редакция	Модельный ряд	Версия	Примечания
Номер заказа		Программное обеспечение	
BU 0630 , Июль 2020 г. 6076307/ 2020	SK 500P	V1.2 R0	Первое издание

1.1.3 Об этом руководстве

Это руководство содержит информацию о функции безопасного останова (STO или SS1-t) частотных преобразователей, выпускаемых Getriebebau NORD GmbH & Co. KG (коротко NORD). Оно предназначено для специалистов-электротехников, выполняющих работы по планированию, проектированию, монтажу и настройке приводных установок (раздел 1.4 "Инструкции по технике безопасности, монтажу и использованию"). При этом предполагается, что специалисты-электротехники, отвечающие за выполнение этих задач, знакомы с особенностями электронной приводной техники и, в частности, с оборудованием NORD.

В настоящем руководстве содержится только описание систем функциональной безопасности и перечислены особенности работы этих систем на частотных преобразователях NORD GmbH & Co. KG.

1.2 Применяемая документация

Это руководство следует использовать только вместе с инструкцией по эксплуатации, прилагаемой к соответствующему преобразователю частоты, так как в ней содержится вся информация, необходимая для безопасного ввода в эксплуатацию преобразователя и надежной работы приводной установки. Список соответствующих документов приводится в  главе 9.4 "Документы и программы".

Все необходимые документы можно также найти на сайте www.nord.com.

1.3 Условные обозначения

1.3.1 Указания

В документе указания, относящиеся к безопасности оператора или использованию шинных интерфейсов, отмечены следующим образом:

 ОПАСНО

Это указание сообщает о прямой опасности, угрожающей жизни и здоровью персонала.

 ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Это указание сообщает об опасности, которая может угрожать жизни и здоровью персонала.

 ОСТОРОЖНО

Это указание на незначительную опасность, которая может привести к травмам легкой или средней степени тяжести.

ВНИМАНИЕ

Указание на возможное повреждение оборудования.

1.3.2 Другие указания

 Информация

Указание на важную или полезную информацию.

1.4 Инструкции по технике безопасности, монтажу и использованию

Прежде чем приступить к работе на или с устройством, внимательно прочтите следующие инструкции по технике безопасности. Учитывайте все требования и дополнительную информацию, содержащуюся в руководстве к устройству.

Несоблюдение этих инструкций может стать причиной получения тяжелых или смертельно опасных травм или причинения повреждений или ущерба устройству или объектам в его окружении.

Данная инструкция по технике безопасности подлежит хранению для дальнейшего использования!

1. Общая информация

Запрещается использовать поврежденные устройства или устройства с дефектным или поврежденным корпусом или отсутствующим защитным снаряжением (например, отсутствующими резьбовыми заглушками для кабельных вводов). В противном случае существует опасность получения тяжелых или смертельно опасных травм вследствие поражения электрическим током или разрушения электрических компонентов, например, мощных электролитических конденсаторов.

Снятие защитных крышек и панелей в условиях, когда это недопустимо, использование устройства не по назначению, неправильная установка и эксплуатация устройства могут привести к опасной ситуации, тяжелым травмам и повреждению оборудования.

Во время работы некоторые части устройства могут (в зависимости от указанного класса защиты) представлять опасность: быть под напряжением, не иметь изоляции, иметь горячие поверхности, двигаться и вращаться.

Устройство является источником опасного напряжения. На всех соединительных клеммах (в т.ч. на контактах подключения источника питания и двигателя), на питающих линиях, контактных колодках, печатных платах может сохраняться опасное напряжение, даже если устройство не работает или двигатель не вращается (например, из-за электронной блокировки, блокировки привода или короткого замыкания на выходных контактах).

Устройство не снабжено главным силовым выключателем, поэтому оно всегда находится под напряжением, когда подключено к источнику питания. Поэтому на подключенном неподвижном двигателе может сохраняться высокое напряжение.

Двигатель, подключенный к изолированному от источника питания приводу, может продолжать вращаться, генерируя опасное напряжение.

При контакте с высоким напряжением существует опасность поражения электрическим током, что может привести к получению тяжелых травм вплоть до смертельного исхода.

Запрещается отсоединять кабели от устройства или силового соединителя (при наличии), находящиеся под высоким напряжением! В противном случае возможно появление электрической дуги, которая может стать источником травм и вызывать повреждение и даже разрушение оборудования.

Отключенный индикатор состояния и отсутствие сигналов на других элементах индикации не является признаком отсутствия напряжения; даже при отсутствующей индикации устройство может быть подключено к сети.

Радиатор и другие металлические части могут нагреваться до температуры выше 70°C.

Прикосновение к этому оборудованию может вызвать локальный ожог на соответствующих частях тела. Соблюдать указания по времени охлаждения и безопасному расстоянию.

Все работы по транспортировке, установке, вводу в эксплуатацию и техническому обслуживанию устройства должны выполнять квалифицированные специалисты (обязательно соблюдать стандарты IEC 364, CENELEC HD 384, DIN VDE 0100, IEC 664 или DIN VDE 0110 и

местные правила техники безопасности). В частности, необходимо соблюдать общие и национальные требования норм по установке и технике безопасности при работе с высоковольтными системами (к примеру, VDE), а также правила, относящиеся к правильному использованию инструментов и средств персональной защиты.

При выполнении работ на устройстве не допускать попадания инородных предметов, незакрепленных частей, пыли или воды внутрь устройства; в противном случае возможно возникновение короткого замыкания, возгорания или коррозии.

Более подробная информация содержится в документации к устройству.

2. Квалифицированные специалисты

В данной инструкции по общей технике безопасности квалифицированными специалистами считаются лица, которые умеют выполнять работы по сборке, установке, вводу в эксплуатацию и эксплуатировать данное изделие, а также имеют соответствующую квалификацию для этой деятельности.

Кроме того, монтаж и ввод в эксплуатацию данного устройства и относящихся к нему принадлежностей могут выполнять только квалифицированные электрики. Квалифицированным электриком считается специалист, который благодаря своему профессиональному образованию и опыту обладает знаниями, достаточными для

- включения, выключения, изоляции, заземления и маркировки электрических цепей и устройств,
- проведения надлежащего техобслуживания и использования защитных устройств в соответствии с предусмотренными нормами безопасности.

3. Использование по назначению – общая информация

Преобразователи частоты предназначены для работы в составе промышленных установок, где они используются для подключения трехфазных двигателей с короткозамкнутым ротором, а также синхронных двигателей с постоянными магнитами. Вышеупомянутые двигатели должны подходить для работы с преобразователем частоты. Запрещается подключать к преобразователю частоты другие нагрузки.

Устройство предназначено для использования в составе электрических установок или машин.

Технические данные и информация об условиях подключения указаны на табличке с техническими характеристиками и в документации и являются обязательными для соблюдения.

Для защиты устройства разрешается использовать только функции и оснащение, указанные в документации.

Устройства, имеющие знак "CE", удовлетворяют требованиям директивы о низковольтном оборудовании 2014/35/EU. Устройство изготовлено в соответствии с требованиями гармонизированных стандартов, перечисленных в декларации соответствия.

a. Дополнение: Использование по назначению на территории Европейского Союза

Запрещается использовать устройство (т.е. приступать к его нормальной эксплуатации) в составе машин, характеристики которых не удовлетворяют требованиями директивы ЕС 2006/42/ЕС (машинное оборудование); также необходимо соблюдать требования стандарта EN 60204-1.

Ввод в эксплуатацию (т.е. начало нормальной эксплуатации) разрешен только при условии выполнения требований директивы ЕС 2014/30/EU (электромагнитная совместимость).

b. Дополнение: Использование по назначению за пределами Европейского Союза

При монтаже и вводе в эксплуатацию устройства в составе другого оборудования обязательно строго соблюдать местные правила эксплуатирующего предприятия,

действующие на месте эксплуатации (см. также пункт "а) Дополнение: Использование по назначению на территории Европейского Союза").

Транспортировка, хранение

Соблюдать содержащиеся в руководстве инструкции по транспортировке, хранению и правильному обращению с изделием.

Выполнять требования, предъявляемые к механическому оборудованию и к условиям окружающей среды (см. технические условия в руководстве, прилагаемом к устройству).

При необходимости, использовать подходящие транспортные средства (подъемные механизмы, такелажное оборудование и т.д.) достаточной грузоподъемности.

Размещение и монтаж

Установку и подключение системы охлаждения устройства производить в соответствии с требованиями прилагающейся документации. Выполнять требования, предъявляемые к механическому оборудованию и к условиям окружающей среды (см. технические условия в руководстве, прилагаемом к устройству).

Защитить устройство от недопустимых нагрузок и воздействий. В частности, не допускать деформации конструктивных деталей устройства и изменения изоляционных расстояний. Не прикасаться к электронным элементам и контактам.

В составе устройств и дополнительного оборудования имеются части, которые могут быть повреждены электростатическим разрядом, возникшим вследствие неправильного обращения с оборудованием. Не допускать механического повреждения или разрушения электрических компонентов.

Электрическое подключение

Убедиться, что преобразователь и двигатель подходят для работы с напряжением источника питания.

Проводить работы по монтажу, ремонту и обслуживанию на устройстве разрешается только после его полного отсоединения от источника питания. После отсоединения устройства подождать не менее 5 минут, так как заряженные конденсаторы могут сохранять опасное напряжение в течение 5 минут после отключения электроснабжения. Обязательно убедиться в отсутствии напряжения, измерив напряжение на всех контактах силового соединения или на всех клеммах подключения.

Монтаж электрооборудования должен осуществляться в соответствии с действующими специальными нормами и регламентами (например, в отношении сечений проводов, предохранителей, заземляющего провода и т.д.). Дополнительные указания перечислены также в документации, прилагаемой к устройству.

Инструкции по монтажу, отвечающему требованиям к ЭМС, например, в части экранирования, заземления, расположения фильтров и прокладки кабелей, содержатся в документации к устройствам и в техническом регламенте [TI 80-0011](#). Эти инструкции следует соблюдать при установке любых устройств с маркировкой CE. Ответственность за выполнение требований директив и норм по ЭМС в отношении предельных величин несет изготовитель установки или машины.

Если заземление не является достаточным, в случае ошибки или неисправности прикосновение к устройству может привести к поражению электрическим током и даже к смерти.

Поэтому эксплуатация устройства допускается, только если оно имеет надежное заземление, выполненное в соответствии с местными нормами, принятыми в отношении больших токов утечки (> 3,5 мА). Подробная информация об условиях подключения и эксплуатации приводится в техническом регламенте [TI 80-0019](#).

Подача напряжения на устройство может прямым или непрямым образом привести к его включению. Контакт с токопроводящими деталями может привести к поражению электрическим током и смерти.

Поэтому необходимо всегда отсоединять все провода устройства (например, кабели питания от сети).

Эксплуатация

Установки, в составе которых работают устройства, должны иметь дополнительные средства контроля и обеспечения безопасности, установленные действующими нормами по технике безопасности и охране труда (например, законом о технологическом оборудовании, правилами по предупреждению несчастных случаев на производстве и т.д.)

Во время работы устройств все крышки и панели должны быть закрыты.

Некоторые настройки позволяют автоматически запускать устройство или подсоединенный к нему двигатель при появлении питающего напряжения. В этом случае машинное оборудование, приводимое в действие двигателем (прессы / цепные тяги / валки / вентиляторы и т.д.), могут неожиданно начать свое движение и таким образом нанести травмы разной степени тяжести.

Прежде чем включать питание от сети, следует предупредить всех лиц о предстоящем включении и проследить, чтобы в опасной зоне не было людей.

Работающее устройство является источником шума слышимого человеком диапазоном. Воздействие такого шума в течение длительного времени может привести к возникновению чувства напряжения, дискомфорта, усталости и, как следствие, к снижению концентрации. Путем изменения пульсовой частоты можно изменить частотный диапазон и соответствующий тон шума, переведя шум в диапазон более щадящих или не воспринимаемых человеческим ухом частот. При этом следует учитывать, что такое изменение может привести к падению мощности устройства.

Если на расстоянии менее 20 см от системы электрического привода PDS(SR) работает переносной приемопередатчик, это может создавать помехи для PDS (SR).

Обслуживание, эксплуатация и вывод из эксплуатации

Проводить работы по монтажу, ремонту и обслуживанию на устройстве разрешается только после его полного отсоединения от источника питания. После отсоединения устройства подождать не менее 5 минут, так как заряженные конденсаторы могут сохранять опасное напряжение в течение 5 минут после отключения электроснабжения. Обязательно убедиться в отсутствии напряжения, измерив напряжение на всех контактах силового соединения или на всех клеммах подключения.

Дополнительная информация содержится в руководстве, прилагаемом к устройству.

4. Взрывоопасная среда (ATEX)

Данное устройство не имеет допуска для эксплуатации или проведения монтажных работ во взрывоопасной среде (ATEX).

2 Описание функции

Чтобы исключить опасность для людей и не допустить повреждения оборудования, необходимо обеспечить надежное и безопасное отключение машины. Преобразователи частоты, рассматриваемые в этом документе, используются в качестве безопасного метода отключения.

Чтобы облегчить понимание того, как через преобразователь может производиться отключение, ниже описан общий принцип действия преобразователя.

Сетевой ток выпрямляется; если условия эксплуатации двигателя (частота и напряжение) требуют переменного напряжения, ток в промежуточном контуре (контуре постоянного тока) снова инвертируется.

Управление полупроводниковыми ключами инвертора (T1 – T6) производится по очень сложной схеме импульсов, которая генерируется специальным микроконтроллером (μC) и усиливается с помощью задающего генератора. Задающий генератор выполняет также преобразование сигналов логического контроллера в сигналы управляющего напряжения для полупроводниковых ключей. По сигналу управляющего напряжения производится включение полупроводниковых ключей, и на клеммы двигателя поступает определенная последовательность импульсов в уже усиленном виде. Из пульсообразного напряжения после фильтрации нижних частот и широтно-импульсной модуляции формируется трехфазное напряжение синусоидальной формы. На выходе получается система переменного тока. В результате двигатель развивает крутящий момент.

2.1 Схемы безопасных методов отключения

Схема «Безопасной блокировки импульса» для SK 510P, SK 540P

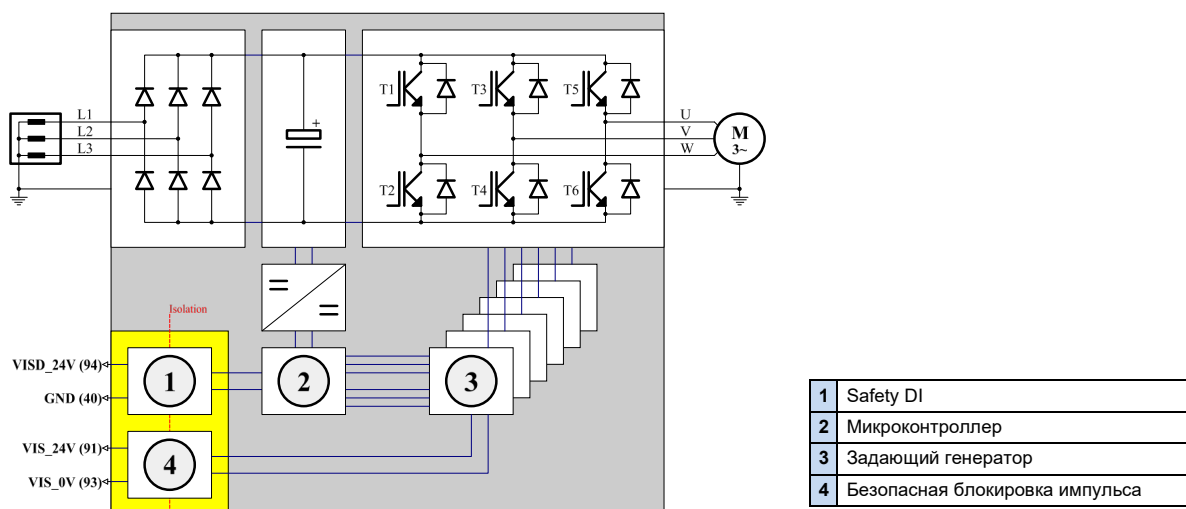
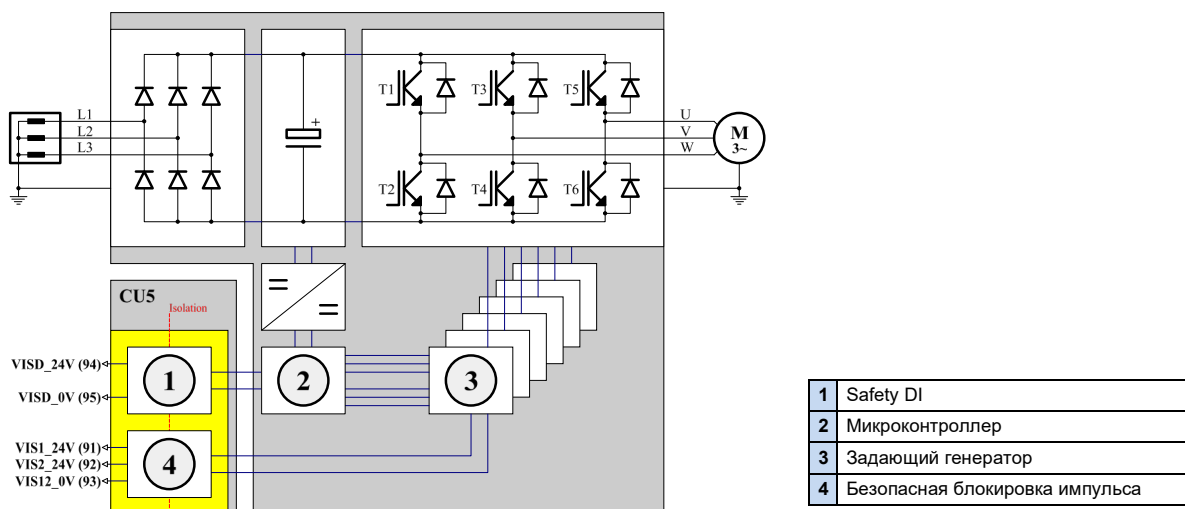


Схема «Безопасной блокировки импульса» для SK 530P, SK 550P с SK CU5-STO или SK CU5-MLT



Использование и комбинирование безопасных методов отключения «Безопасная блокировка импульса» и/или «Safety DI» (вход сигналов безопасности) позволяет встраивать функции безопасности STO и SS1-t с различными уровнями и эффективностью защиты, в том числе с блокировкой, исключающей возможность запуска.

2.2 Безопасные методы отключения

Для преобразователей частоты серии SK 500P предусмотрены два метода безопасного отключения:

1. Модели SK 510P и SK 540P имеют постоянный модуль безопасности.
2. Модели SK 530P и SK 550P могут оснащаться дополнительным модулем управляемых входов. Безопасные методы отключения обеспечиваются съемными модулями SK CU5-STO и SK CU5-MLT.

Оба варианта позволяют использовать следующие методы безопасного отключения:

- «Безопасная блокировка импульса»
- «Safety DI»

С помощью безопасных методов отключения реализуются следующие функции безопасного останова:

- **STO** (англ.: safe torque off), безопасное отключение вращающего момента
- **SS1-t** (англ.: safe stop 1 time controlled), безопасный останов 1 с управлением по времени

2.2.1 Безопасная блокировка импульса

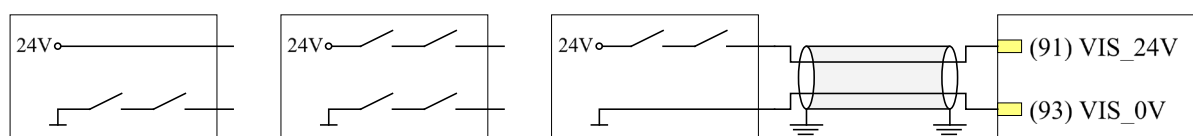
При использовании метода «Безопасная блокировка импульса» при помощи дополнительного преобразователя DC/DC генерируется питающее напряжение для задающих генераторов. Для этого требуется подача напряжения 24В на один или два контакта. Это реализуется следующим образом:

- SK 510P, SK 540P: 1 x 24 В на контакт **VIS_24V** с опорным потенциалом **VIS_0V**
- SK 530P, SK 550P с SK CU5-STO или SK CU5-MLT: 2 x 24 В на контакты **VIS1_24V** и **VIS2_24V** с общим опорным потенциалом **VIS12_0V**

Если отключить напряжение 24 В, преобразователь DC/DC перестает генерировать энергию для задающих генераторов. Обесточенные задающие генераторы не могут производить управляющие импульсы и передавать их на полупроводниковые ключи (Т1 – Т6) инвертора. Прекращается подача тока на полупроводниковые ключи и двигатель. Это значит, что спустя некоторое время, обусловленное временем отклика электронного оборудования и временем затухания тока в двигателе, двигатель прекращает генерировать приводной вращающий момент.

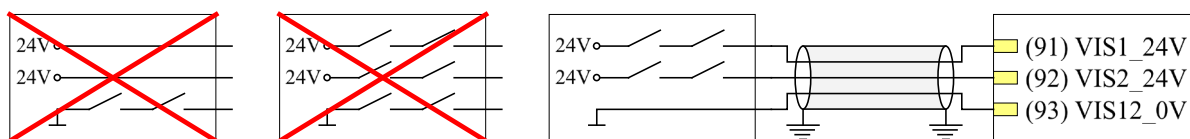
Отключение напряжения 24 В следует производить с помощью отключающего оборудования, имеющего необходимую защиту. Это может осуществляться по-разному, в зависимости от метода безопасного отключения.

SK 510P, SK 540P

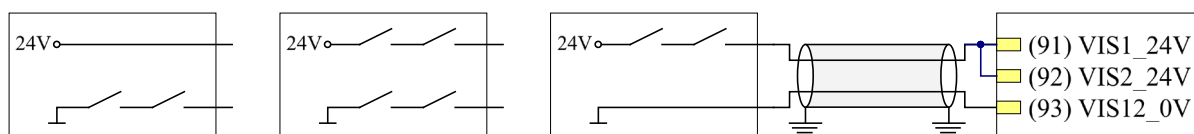


В этом случае от источника питания 24 В можно отсоединить как контакт **VIS_24V**, так и контакт **VIS_0V**. Рекомендуется отсоединять контакт **VIS_24V**.

SK 530P, SK 550P с SK CU5-STO или SK CU5-MLT



В этом варианте имеется двухканальный входной контур. Оба контакта **VIS1_24V** и **VIS2_24V** имеют общий опорный потенциал **VIS12_0V**. При двухканальной работе «Безопасной блокировки импульса» не разрешается разъединять данный опорный потенциал. В этом варианте также возможно одноканальное использование «безопасной блокировки импульса». То есть когда оба контакта **VIS1_24V** и **VIS2_24V** включены параллельно.



В этом случае допускается разъединение как напряжения 24В, так и опорного потенциала **VIS12_0V**. Рекомендуется отсоединять включенные параллельно контакты **VIS1_24V** и **VIS2_24V**.

2.2.2 Safety DI

Метод «Safety DI» предназначен специально для реализации защитной функции. Это также означает, что для реализации защитной функции не следует использовать стандартные цифровые входы!

Для срабатывания защиты метод «Safety DI» использует микроконтроллер. Он прерывает управляющие сигналы, передаваемые на задающие генераторы, либо генерирует схему импульсов, с помощью которой производится контролируемая остановка подключенного двигателя.

Для настройки параметров метода «Safety DI» могут использоваться следующие функции:

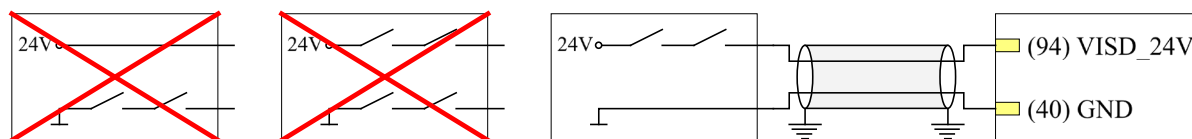
- «Отключение напряжения»

Микроконтроллер прерывает управляющие сигналы, передаваемые на задающие генераторы. Управляющие импульсы не передаются на полупроводниковые ключи (T1 – T6) инвертора. То есть прекращается подача тока на полупроводниковые ключи и двигатель, двигатель движется по инерции.

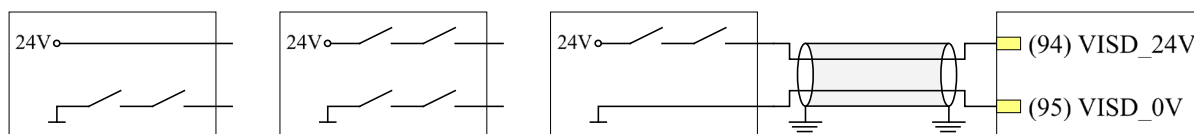
- «Быстрый останов»

Микроконтроллер останавливает двигатель при помощи соответствующих управляющих импульсов в соответствии с настроенным ранее временем быстрого стопа.

Оба варианта метода безопасного отключения с точки зрения функции «Safety DI» являются идентичными. Однако с точки зрения опорного потенциала имеются различия.

SK 510P, SK 540P


В этом случае «Safety DI» с контактом **VISD_24V** имеет опорный потенциал **GND**. Это тот же опорный потенциал, что и для всех других аналоговых и цифровых входов и выходов частотного преобразователя. Поэтому разъединение этого опорного потенциала не приводит к срабатыванию «Safety DI».

SK 530P, SK 550P с SK CU5-STO или SK CU5-MLT


«Safety DI» на модулях CU5 имеет собственный опорный потенциал **VISD_0V**. То есть в этом случае разъединение данного опорного потенциала может привести к срабатыванию «Safety DI». Рекомендуется отсоединять контакт **VISD_24V**.

2.3 Защитные функции

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Отказ механического тормоза

Управление механическим тормозом через преобразователь частоты не отвечает условиям функциональной безопасности. Активирование функции «STO» вместе с функцией реагирования на ошибку приводят к срабатыванию механического тормоза, управляемого преобразователем. Тормоз принимает общую нагрузку приводной установки, в том числе ту, источником которой являются вращающиеся массы, и пытается удержать их в неподвижном состоянии.

Тормозной механизм, конструкция которого не рассчитана на общую нагрузку (например, тормоз останова), может отказать или разрушиться. Это может привести к тяжелым и смертельным травмами или серьезными повреждениями оборудования в результате падения груза.

- Тормозной механизм предназначен для использования в качестве рабочего тормоза
- Приводной механизм должен быть остановлен до того, как будет активирована функция STO.

2.3.1 Безопасное отключение вращающего момента, STO

Функция STO предотвращает подачу силовой энергии на двигатель. Эта функция может применяться в соответствии с ISO 14118 для предотвращения непредвиденного запуска и/или отключения приводного вращающего момента за минимально возможное время (см. «Технические характеристики» → Время отклика), после чего привод (двигатель и рабочая машина) продолжает двигаться по инерции.

Согласно EN 60204-1 такой порядок соответствует категории безопасного останова 0 (неконтролируемая остановка). В зависимости от области применения движение по инерции может представлять опасность в течение неопределенного времени. В преобразователь частоты не встроено контролирующее устройство, позволяющее отследить состояние привода или момент, когда привод перешел в безопасное состояние.

При наличии подходящего переключающего оборудования и использовании безопасного метода отключения возможна реализация функции STO с категорией 4 согласно DIN EN ISO 13849-1.

У синхронных электрических машин отказ источника питания преобразователя частоты может привести к выполнению выравнивающего движения на один полюсный шаг, даже при активированной функции STO.

2.3.2 Безопасный останов 1 с управлением по времени, SS1-t

Преобразователи частоты серии SK 500P поддерживают реализацию функции SS1 в версии SS1-t, безопасный останов 1 с управлением по времени.

Для остановки двигателя преобразователь частоты производит быстрый останов. Через определенное время, в зависимости от области применения, происходит переключение на функцию STO. Согласно IEC 60204-1 такой порядок соответствует категории безопасного останова 1 (контролируемая остановка). Переход к функции STO управляется по времени с помощью внешнего, защитного реле времени (задержка выхода устройства защитного переключения).

Информация

Контролируемая остановка

Метод «Safety DI» запускает контролируемую остановку, что отвечает более низким требованиям безопасности, чем функция STO, используемая при методе «Безопасная блокировка импульса».

Сбой контролируемой остановки SS1-t может остаться незамеченным, поэтому она не должна применяться в тех случаях, когда такой сбой может привести к возникновению опасной ситуации.

2.3.3 Приоритеты и реагирование на ошибку

Поскольку в основе «Безопасной блокировки импульса» лежит отключение подачи напряжения на задающие генераторы полупроводниковых ключей (Т1-Т6) инвертора, этот метод отключения имеет наивысший приоритет. А если «Безопасная блокировка импульса» реализует защитную функцию STO, то и функция STO также имеет наивысший приоритет. При параллельной реализации защитных функций STO и SS1-t следует учитывать, что запущенная методом «Safety DI» контролируемая остановка двигателя будет прервана при срабатывании «Безопасной блокировки импульса».

«Safety DI» обладает внутренней диагностикой неисправностей. Если при диагностике обнаружена ошибка, подача управляющих сигналов на задающие генераторы полупроводниковых ключей (Т1-Т6) инвертора прекращается. Такая реакция на ошибку соответствует поведению защитной функции STO, с той разницей, что разблокировать преобразователь частоты после перехода в данное состояние ошибки можно только при помощи перезагрузки путем отключения от сети. Разблокировка через систему шин или цифровые входы не возможна.

ПРИМЕЧАНИЕ: Если реагирование на ошибку может повлечь за собой возникновение опасной ситуации на конечном оборудовании, использование функции SS1-t не допускается!

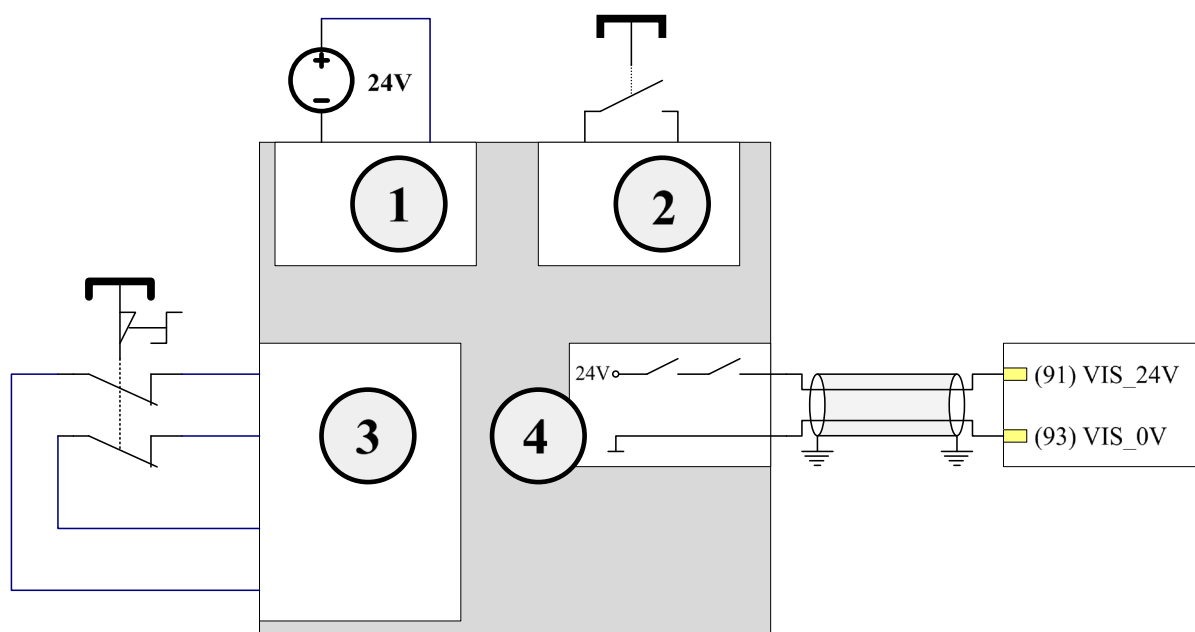
2.4 Примеры реализации

В этом разделе представлены примеры реализаций функций безопасности STO и SS1-t.

2.4.1 Функция STO

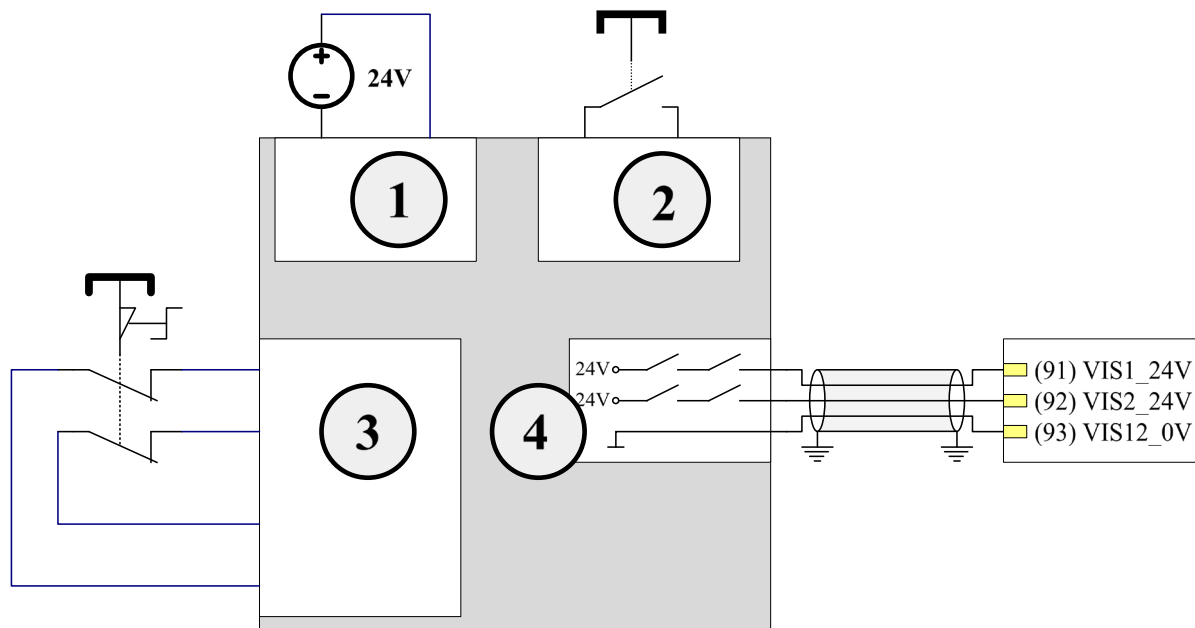
Для реализации функций безопасности, как правило, требуется применение устройств защитного отключения. Функция получает категорию безопасности, которая является минимальной среди отдельных компонентов.

SK 510P, SK 540P



1	Питающее напряжение
2	Контур сброса (Reset)
3	Входной контур с распознаванием перекрестного замыкания
4	Выход безопасности

SK 530P, SK 550P с SK CU5-STO или SK CU5-MLT



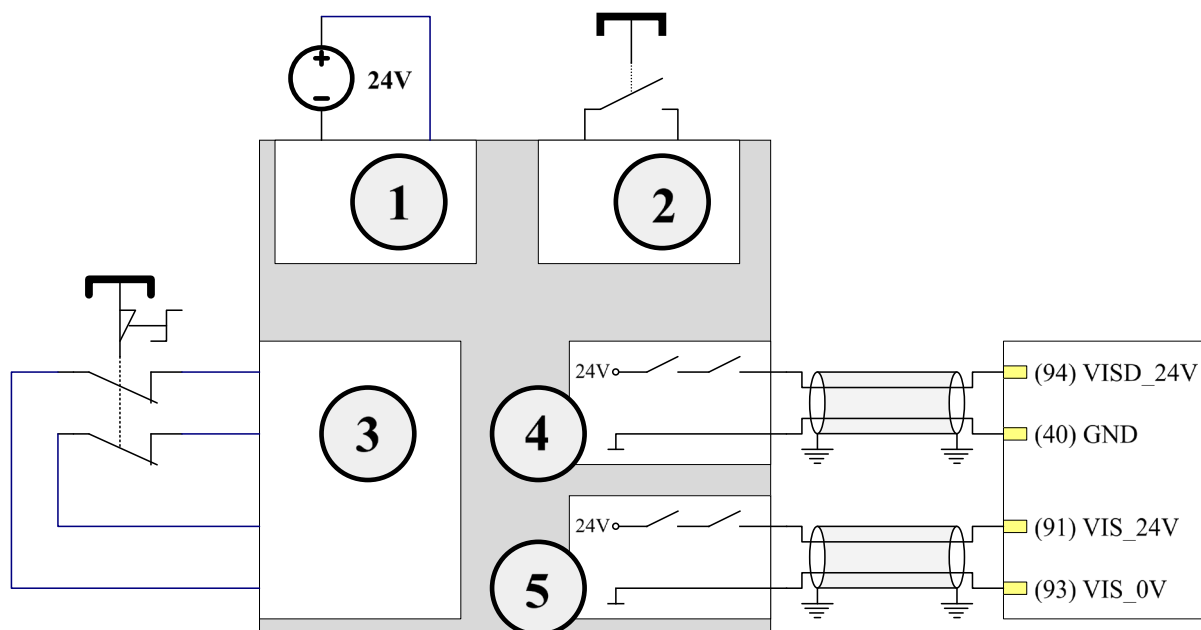
1	Питающее напряжение
2	Контур сброса (Reset)
3	Входной контур с распознаванием перекрестного замыкания
4	2x выхода безопасности с общим опорным потенциалом (GND)

Если активируется функция «Безопасной блокировки импульса», когда преобразователь частоты разблокирован, генерируется ошибка **E018** (18.0 «Защитный контур»). Чтобы этого избежать, можно дополнительно с «Safety DI» использовать функцию «Отключение напряжения» (**P424 = 1**).

Благодаря дополнительному использованию «Safety DI» можно уменьшить стандартное время отклика. Для приведения в действие необходим второй выход функции безопасности.

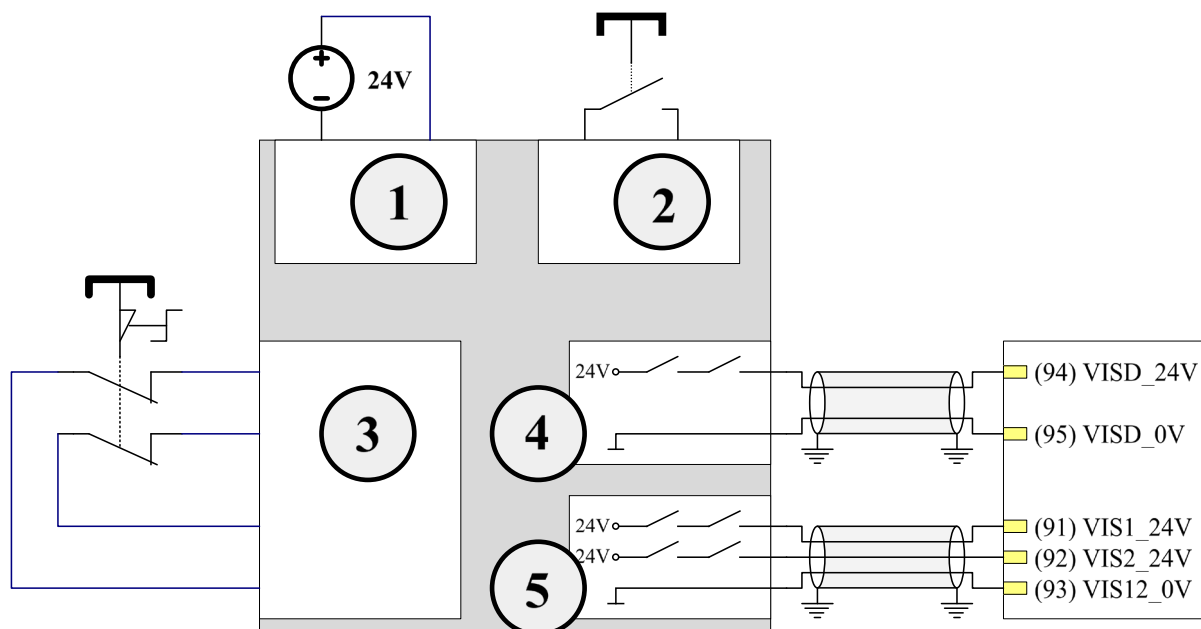
Это решение рекомендовано, если устройство защитного отключения проверяет выходы функции безопасности только в ходе цикла разблокировки, как это происходит в некоторых электромеханических устройствах. Интервалы проверок устанавливаются в зависимости от требуемого уровня безопасности.

SK 510P, SK 540P



1	Питающее напряжение
2	Контур сброса (Reset)
3	Входной контур с распознаванием перекрестного замыкания
4	Выход безопасности
5	Выход безопасности

SK 530P, SK 550P с SK CU5-STO или SK CU5-MLT



1	Питающее напряжение
2	Контур сброса (Reset)
3	Входной контур с распознаванием перекрестного замыкания
4	Выход безопасности
5	2x выхода безопасности с общим опорным потенциалом (GND)

Для подключения каждого выхода функции безопасности использовать отдельный экранированный кабель! Однако, если устройство защитного отключения имеет выходы OSSD с защитой от перекрестного замыкания, провода обоих выходов функции безопасности можно провести через общий экранированный кабель.

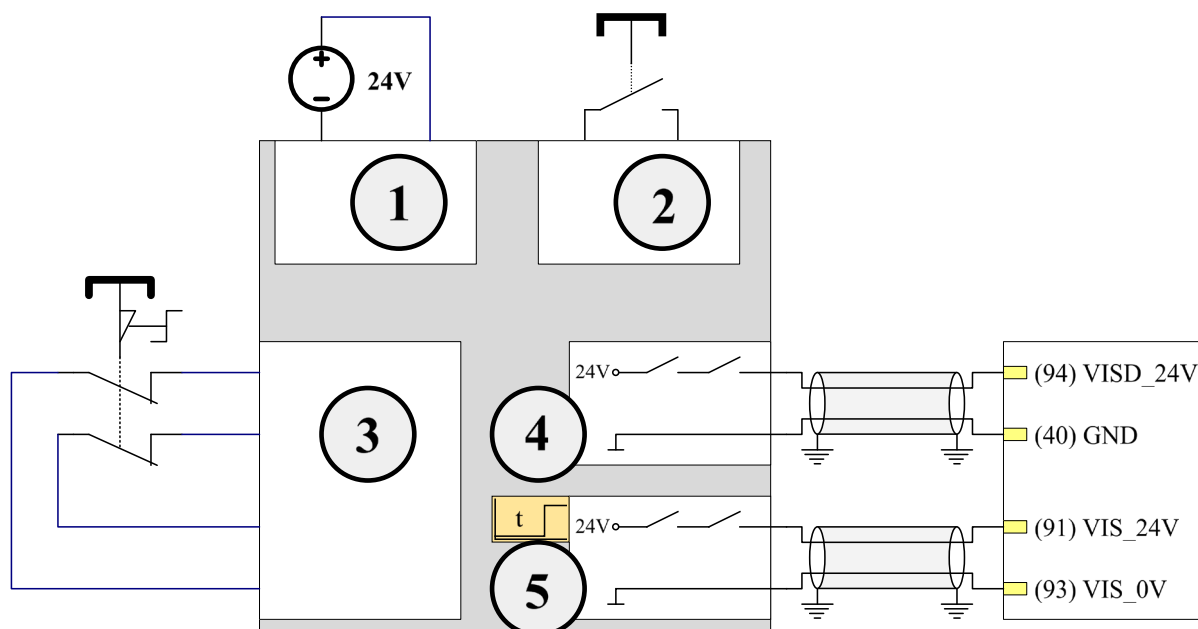
Условия категории безопасности 4 и PL e выполняются только при использовании функции «Безопасной блокировки импульса». «Safety DI» соответствует только категории 2 и PL d (Performance Level d).

В промежутке между активацией функции безопасности через «Safety DI» и активацией STO через «Безопасную блокировку импульса», преобразователь частоты также соответствует только категории 2 и PL d.

2.4.2 Функция SS1-t

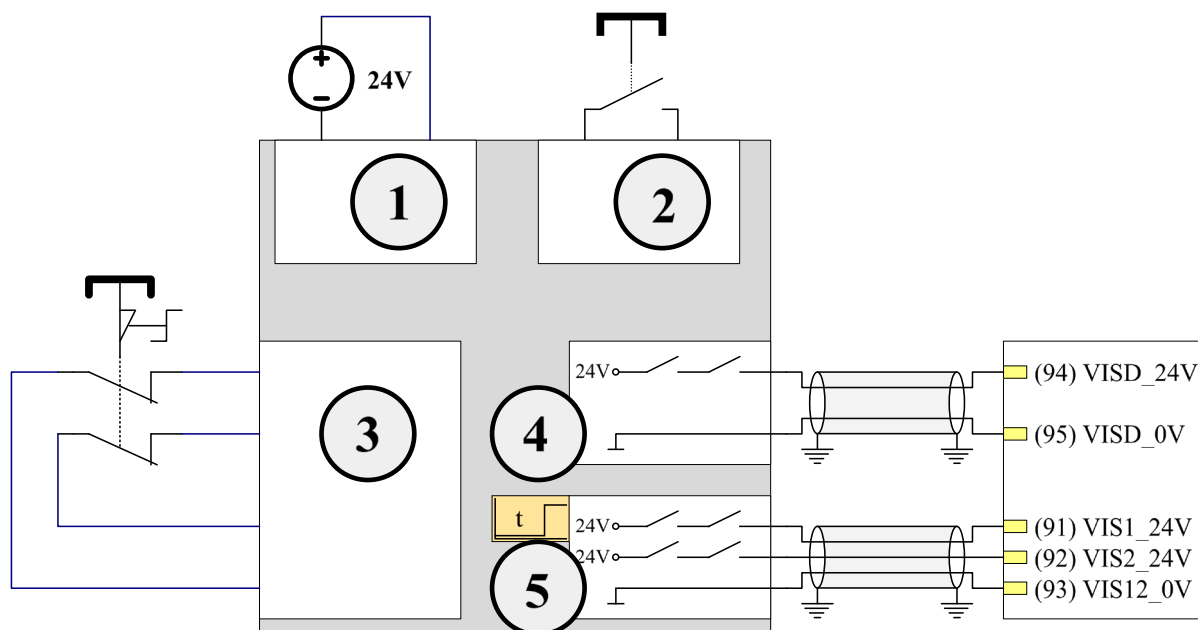
Для реализации функции SS1-t всегда необходимо использовать «Safety DI» с функцией «Быстрый останов» ($P424 = 2$).

SK 510P, SK 540P



1	Питающее напряжение
2	Контур сброса (Reset)
3	Входной контур с распознаванием перекрестного замыкания
4	Выход безопасности
5	Выход функции безопасности, с задержкой по защитному реле времени

SK 530P, SK 550P с SK CU5-STO или SK CU5-MLT



1	Питающее напряжение
2	Контур сброса (Reset)
3	Входной контур с распознаванием перекрестного замыкания
4	Выход безопасности
5	2x выхода функции безопасности с общим опорным потенциалом (GND), с задержкой по защитному реле времени

При приведении в действие кнопки аварийного останова (требование функции безопасности) сначала запускается контролируемый процесс остановки с помощью «Safety DI». При этом необходимо обеспечить, чтобы приводной механизм останавливался за время быстрого стопа, указанное в параметре **P426**. По истечении заданного в устройстве защитного отключения времени задержки «Безопасная блокировка импульса» запускает функцию STO. Время задержки необходимо установить так, чтобы оно превышало сумму, получаемую при сложении времени быстрого стопа и времени холостого хода торможения постоянным током (**P559**). Время задержки должно определяться в соответствии с условиями безопасности.

По истечении заданного в устройстве защитного отключения времени задержки преобразователь частоты переключается на функцию STO. Такой порядок эффективен даже при отказе контролируемой остановки.

Преобразователи частоты серии SK 500P оснащены дополнительным контролем, настройки которого определяются параметром «Макс.время Safety SS1» (**P423**). Если двигатель не остановлен за время, заданное параметром «Макс.время Safety SS1» (**P423**), преобразователь запускает функцию реагирования на ошибку и генерирует соответствующее сообщение. В этом случае двигатель также вращается по инерции.

Для подключения каждого выхода функции безопасности использовать отдельный экранированный кабель! Однако, если устройство защитного отключения имеет выходы OSSD с защитой от перекрестного замыкания, провода обоих выходов функции безопасности можно провести через общий экранированный кабель.

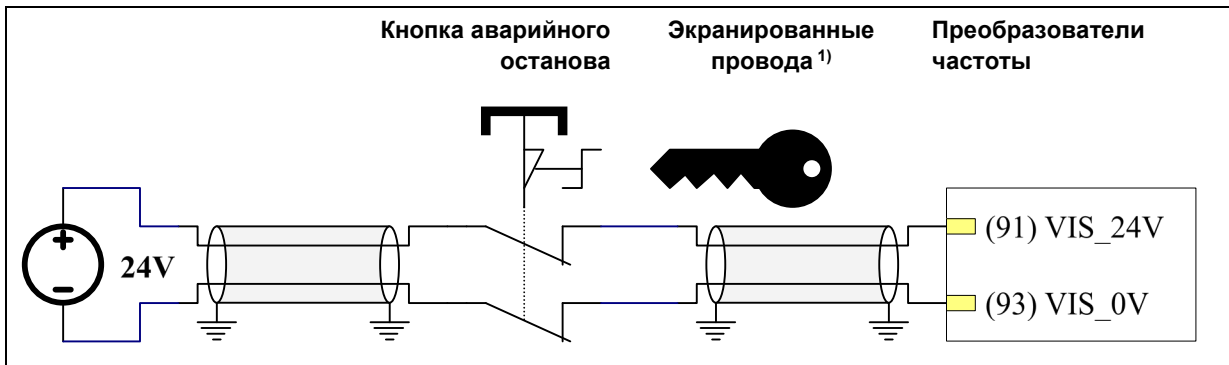
Условия категории безопасности 4 и PL e выполняются только при использовании функции «Безопасной блокировки импульса». «Safety DI» соответствует только категории 2 и PL d (Performance Level d).

В промежутке между активацией функции SS1-t через «Safety DI» и активацией STO через «Безопасную блокировку импульса», преобразователь частоты также соответствует только требованиям для категории 2 и PL d.

2.4.3 Простая блокировка запуска

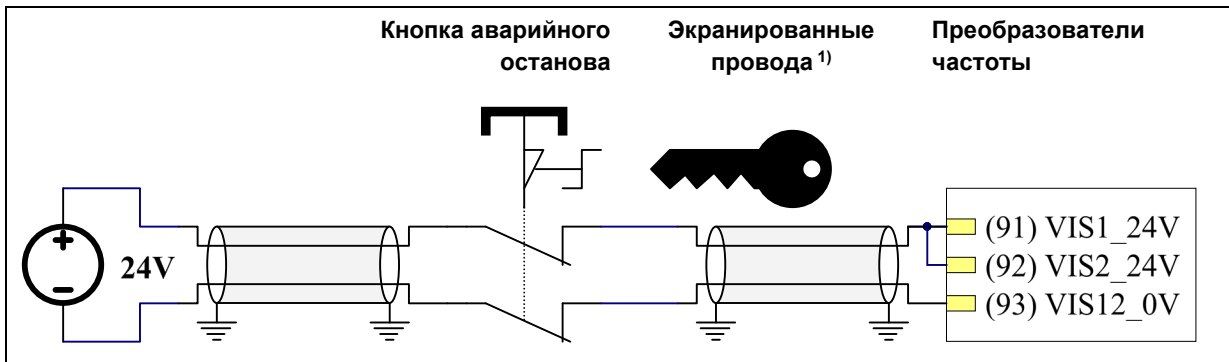
Категория 4 (согласно DIN EN ISO 13849-1) достигается при использовании двухканальной схемы функции «Безопасной блокировки импульса», с применением одного безопасного отключающего элемента. На следующих рисунках показаны примеры с кнопкой аварийного останова (контакты с принудительным управлением, категория 4).

SK 510P, SK 540P



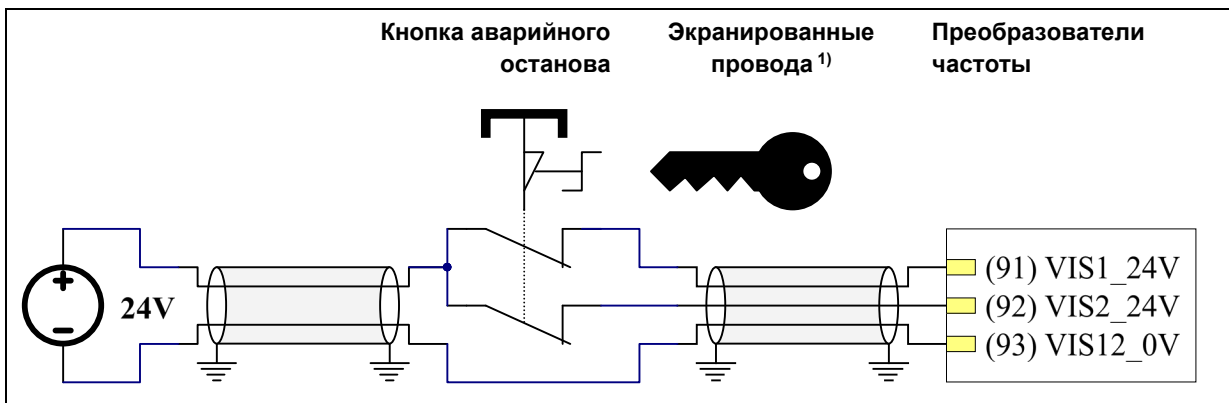
1) Для исключения возможности отказа использовать экранированные провода (в соответствии с DIN EN ISO 13849-2)

SK 530P, SK 550P с SK CU5-STO или SK CU5-MLT



1) Для исключения возможности отказа использовать экранированные провода (в соответствии с DIN EN ISO 13849-2)

ИЛИ



1) Для исключения возможности отказа использовать экранированные провода (в соответствии с DIN EN ISO 13849-2)

Чтобы обеспечить категорию безопасности 4, для включенных выше компонентов необходимо исключить возможность отказа в соответствии с DIN EN ISO 13849-2, раздел D.5 (стационарный электромонтаж и двухканальная кнопка с независимыми принудительно размыкаемыми контактами). В нашем примере это значит, что кнопка аварийного останова и электромонтаж должны быть выполнены так, чтобы исключить возможность короткого замыкания на кнопке аварийного останова и замыканий на другие токопроводящие системы.

В этом примере нет контура сброса, как в системах с устройствами защитного отключения. Если анализ рисков показывает, что команда останова может быть снята только через преднамеренное действие, выполняемое вручную, необходимо предусмотреть ряд организационных мер по возврату системы в исходное положение (например, использовать кнопку аварийного останова с замком, ключ от которого не должен храниться рядом с оборудованием).

Если активируется функция «Безопасной блокировки импульса», когда преобразователь частоты разблокирован, генерируется ошибка **E018** (18.0 «Защитный контур»).

Информация

При использовании функций «Автоматический сброс ошибки» (**P506**) и «Автоматический пуск» (**P428**) (см. BU 0600) привод запускается сразу же после разблокировки кнопки аварийного останова. Поэтому настоятельно не рекомендуется использовать эти функции вместе или в системах, предъявляющих высокие требования к безопасности.

2.4.4 Пример без «Безопасной блокировки импульса»

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

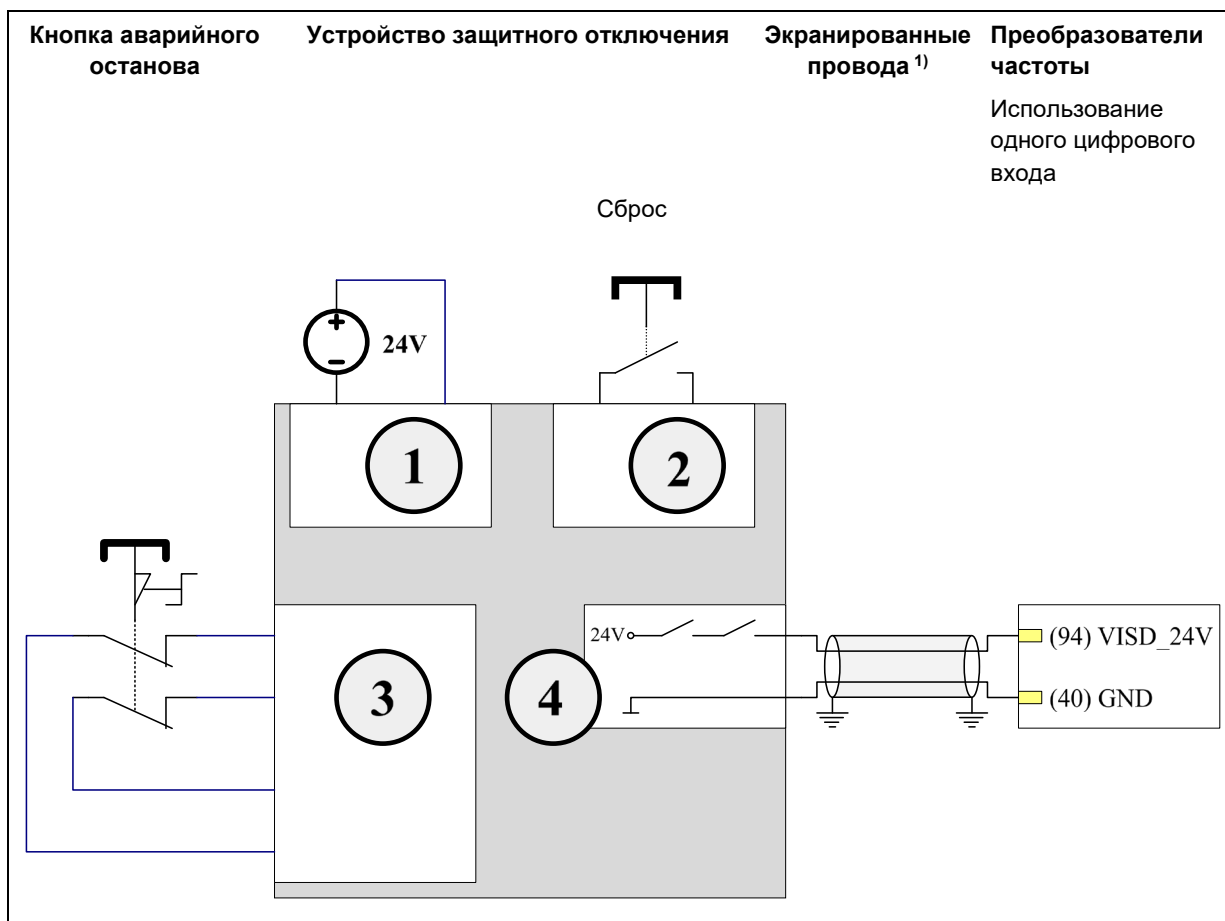
Опасное движение

Использование защитных функций STO/SS1-t исключительно посредством «Safety DI» может привести к неожиданной подаче энергии на привод в любой момент, даже после его остановки. В определенных обстоятельствах это может вызвать опасное движение. В этом случае функция реагирования на ошибку выполняется по истечении максимального времени реагирования на ошибку (см. технические характеристики → 35 мс).

- Защитные функции должны использоваться вместе с «Безопасной блокировкой импульса».

Функции безопасности STO или SS1-t можно внедрить, используя только «Safety DI» и устройство защитного отключения. При такой схеме, согласно DIN EN ISO 138491, можно обеспечить только категорию 2, при условии, что условиям категории 2 отвечает не только цифровой вход, но и остальные компоненты (устройство безопасного отключения, кнопка аварийного останова, проводка).

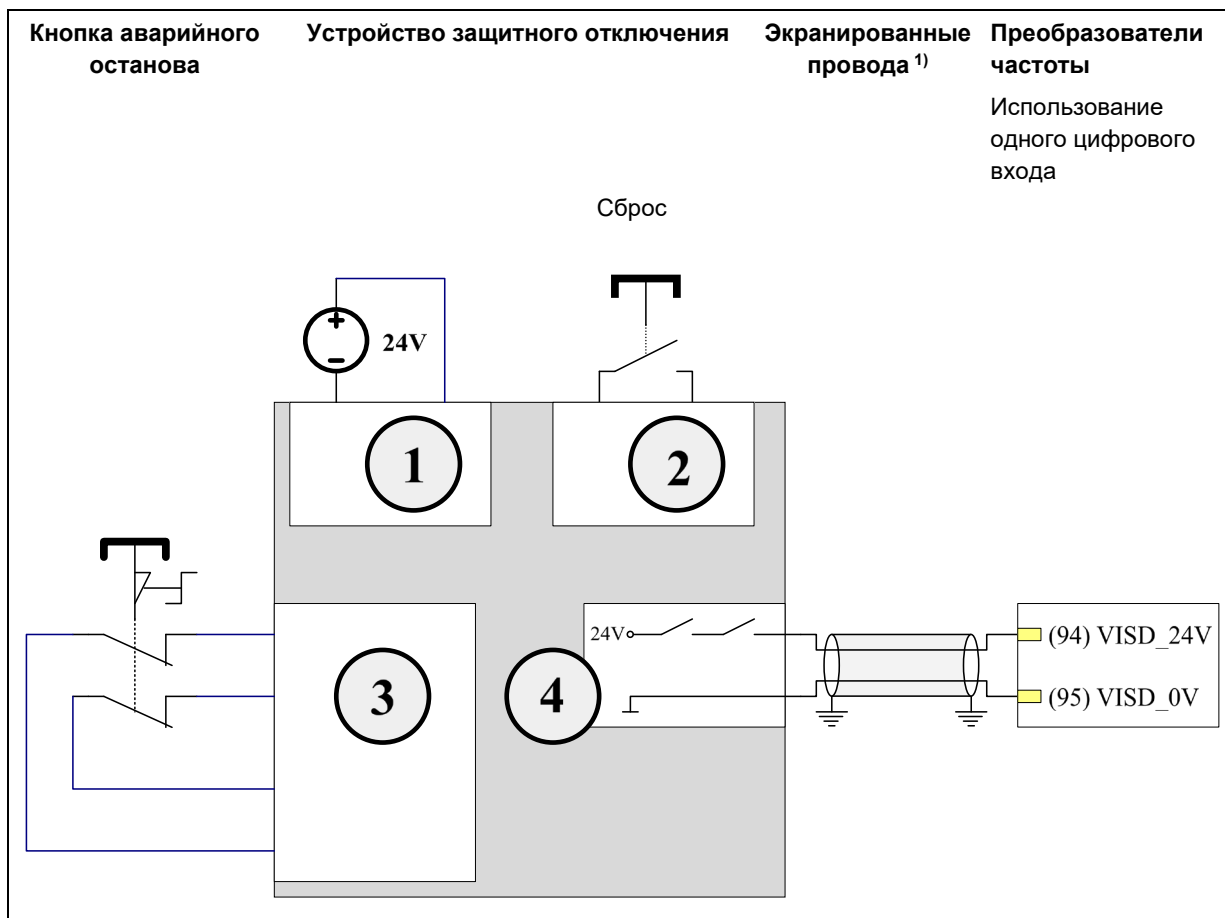
SK 510P, SK 540P



1) Для исключения возможности отказа использовать экранированные провода (в соответствии с DIN EN ISO 13849-2)

1	Питающее напряжение
2	Контур сброса (Reset)
3	Входной контур с распознаванием перекрестного замыкания
4	Выход безопасности

SK 530P, SK 550P с SK CU5-STO или SK CU5-MLT



1) Для исключения возможности отказа использовать экранированные провода (в соответствии с DIN EN ISO 13849-2)

1	Питающее напряжение
2	Контур сброса (Reset)
3	Входной контур с распознаванием перекрестного замыкания
4	Выход безопасности

Для реализации защитной функции STO следует назначить «Safety DI» функцию «Отключение напряжения» (**P424 = 1**).

Для выполнения защитной функции SS1-t «Safety DI» присваивается функция «Быстрый останов» (**P424 = 2**). В параметре **P426** задается время быстрого останова. Необходимо обеспечить, чтобы приводной механизм действительно останавливался за указанное в этом параметре время.

 **Информация**

Категория

Если защитное отключение производится только с использованием «Safety DI», как описано выше, то система отвечает требованиям не выше категории 2 или Performance Level d, см. 8.1 "Безопасная блокировка импульса и Safety DI").

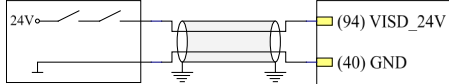
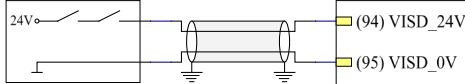
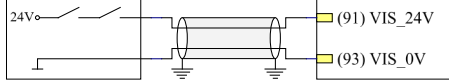
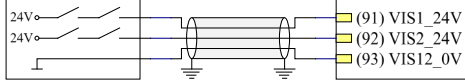
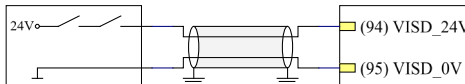
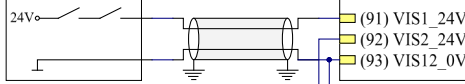
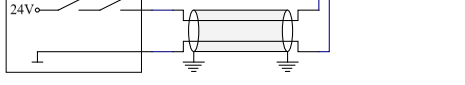
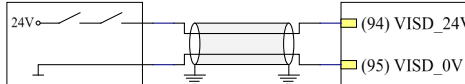
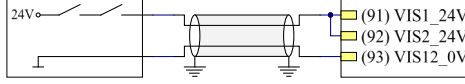


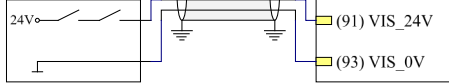
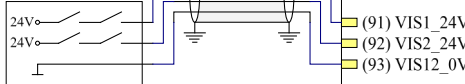
Этот вариант отключения может использоваться только тогда, когда к функциональной безопасности не предъявляются строгие требования и анализ рисков показал, что при отказе функций безопасности возможны лишь незначительные (как правило, обратимые) повреждения. При любых сомнениях необходимо использовать метод «Безопасная блокировка импульса» (см. 2.2.1 "Безопасная блокировка импульса").

2.4.5 Исключение отказа в проводке

В примерах выше для реализации функции безопасности использовался вход, подключение к которому производилось с помощью экранированного кабеля. Экран кабеля был заземлен правильным образом (как изображено на рисунке ниже). Эти меры нужны были, чтобы исключить отказ в соответствии с DIN EN ISO 13849-2 в случае короткого замыкания между любыми проводами.

Такие меры необходимы, чтобы исключить отказ, так как это является условием для категории 4 по DIN EN ISO 13849-1. То есть, возникновение явного независимого отказа или постепенного скрытого отказа не приведет к утрате функции безопасности. Например, замыкание внешнего напряжения, поступающего из источника управляющего напряжения 24 В, на вход 24 В безопасного метода отключения может привести к утрате функции безопасности. То есть, этот отказ нужно исключить, предусматривая дополнительные меры.

Как правило, для каждого входа используется отдельный кабель с экранированием. Однако при необходимости допускается прокладывание проводов для «Safety DI» и «Безопасной блокировки импульса» совместно, в одном экранированном кабеле, если выходы безопасности устройства защитного отключения имеют защиту от перекрестного замыкания (см. изображение ниже). При необходимости проверить эффективность защиты от перекрестного замыкания.

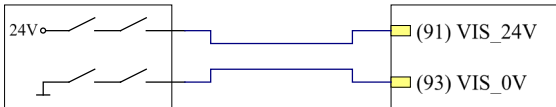

	SK 510P, SK 540P	SK 530P, SK 550P с SK CU5-STO или SK CU5-MLT	
	<p>Выход безопасности на защитном устройстве</p> <p>Экранированные провода¹⁾</p> <p>Преобразователи частоты</p> <p>Применение «Безопасной блокировки импульса»</p>	<p>Выход безопасности на защитном устройстве</p> <p>Экранированные провода¹⁾</p> <p>Преобразователи частоты</p> <p>Применение «Безопасной блокировки импульса»</p>	
Контролируемые выходы без распознавания перекрестного замыкания	Выход 1	 <p>(94) VISD_24V (40) GND</p>	 <p>(94) VISD_24V (95) VISD_0V</p>
	Выход 2	 <p>(91) VIS_24V (93) VIS_0V</p>	 <p>(91) VIS1_24V (92) VIS2_24V (93) VIS12_0V</p>
	Выход 1		<p>ИЛИ</p>  <p>(94) VISD_24V (95) VISD_0V</p>
	Выход 2		 <p>(91) VIS1_24V (92) VIS2_24V (93) VIS12_0V</p>
	Выход 3		
	Выход 1		<p>ИЛИ</p>  <p>(94) VISD_24V (95) VISD_0V</p>
Выход 2		 <p>(91) VIS1_24V (92) VIS2_24V (93) VIS12_0V</p>	
Контролируемые выходы с распознаванием перекрестного замыкания	Выход 1	 <p>(94) VISD_24V (40) GND</p>	 <p>(94) VISD_24V (95) VISD_0V</p>
	Выход 2	 <p>(91) VIS_24V (93) VIS_0V</p>	 <p>(91) VIS1_24V (92) VIS2_24V (93) VIS12_0V</p>

1) Для исключения возможности отказа использовать экранированные провода (в соответствии с DIN EN ISO 13849-2)

Возможно, потребуются дополнительные другие меры (отдельный кабельный канал, прокладка в армированном рукаве и т.д.), необходимость которых устанавливается по результатам оценки рисков и анализа характера и последствий отказов для конкретной установки.

Для функции «Безопасной блокировки импульса», возможно, имеет смысл создать условия, при которых запуск функции будет производиться через два выхода безопасности, один отключаемый выход 24 В и один отключаемый выход GND. Ограничения см. 2.2.1 "Безопасная блокировка импульса"

Контролируемые выходы

SK 510P, SK 540P			SK 530P, SK 550P с SK CU5-STO или SK CU5-MLT		
Выход безопасности на устройстве защитного отключения	Соединительные линии	Преобразователи частоты Применение «Безопасной блокировки импульса»	Выход безопасности на устройстве защитного отключения	Соединительные линии	Преобразователи частоты Применение «Безопасной блокировки импульса»
					

В этом случае отслеживается состояние выходов безопасности, поэтому экранированный кабель не обязателен. Если в одном кабельном канале лежат несколько управляющих кабелей 24 В, то при возможном отказе, вызванном, например, коротким замыканием выхода безопасности устройства защитного отключения (24 В) на управляющий кабель (= 24 В), устройство отключения, отслеживающее состояние выхода, произведет активацию функции «Безопасной блокировки импульса» через второй выход безопасности. Опасность представляет короткое замыкание управляющего кабеля (= 24 В) на оба выхода безопасности (24 В). Необходимость дополнительных мер безопасности устанавливается по результатам оценки рисков и анализа характера и последствий отказов для конкретной установки.

Если для реализации функций безопасности используется неэкранированный кабель, необходимо учитывать возможность электромагнитных помех и воздействия электрических полей. В частности, при отсутствии сильных электромагнитных полей, как правило, допускается использование кабеля длиной до 1 м. Использование более длинного кабеля, как и его прохождение вблизи источников электромагнитного излучения или точек распределения напряжения может привести к отказу функции безопасности. По этой причине в общем случае рекомендуется использовать экранированный кабель.

3 Сборка и установка

Инструкции по монтажу, приводимые в настоящем руководстве, относятся только к оборудованию, связанному с функциями безопасности. Дополнительная информация содержится в руководстве к соответствующему преобразователю частоты (BU 0600).

3.1 Встраивание и монтаж

Выполнять указания по встраиванию оборудования, перечисленные в руководстве BU 0600!

Преобразователь частоты имеет класс защиты IP20. Место, куда устанавливается преобразователь, должно иметь достаточную вентиляцию и отвечать классу защиты IP54 (или выше).

3.1.1 Монтаж модуля управляемых входов SK CU5-STO и SK CU5-MLT



Риск поражения электрическим током

Опасное напряжение может сохраняться в частотном преобразователе в течение 5 минут после отключения электроснабжения.

- Проводить работы на частотном преобразователе разрешается только после его полного отсоединения от источника питания. После отсоединения подождать не менее 5 минут!

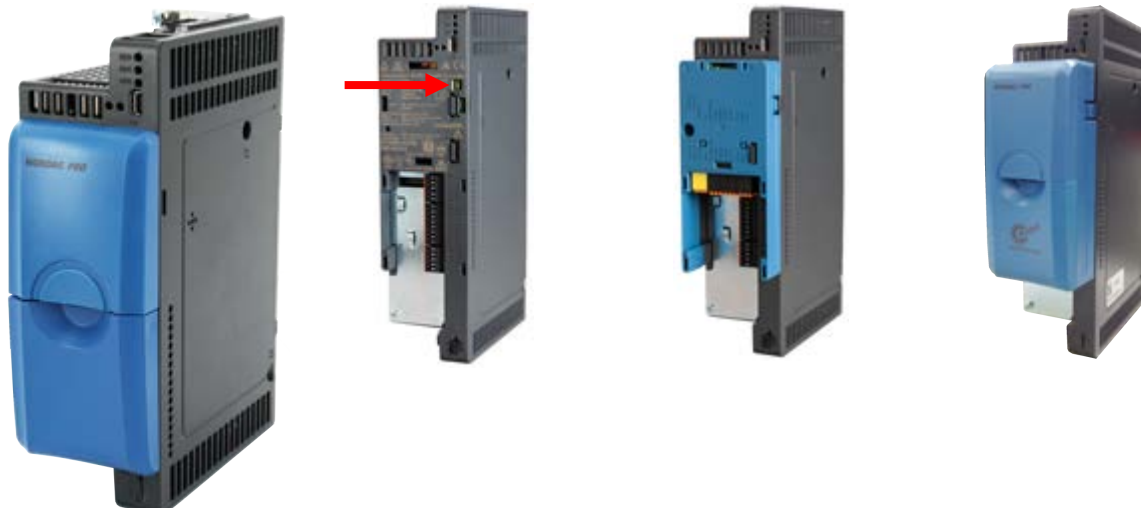
Монтаж выполняется следующим образом:

1. Отключить электропитание от сети, выждать положенное время.
2. Сдвинуть вниз и снять крышку, закрывающую управляющие клеммы.
3. Снять заглушку, открыв замок в ее нижней части и выкрутив заглушку вверх.
4. Вытащить внутреннюю перемычку контакта STO при помощи маленькой отвертки или острогубцев. Иначе установить модули управляемых входов будет невозможно.

Информация

Когда перемычка удалена, преобразователь частоты не может продолжать работу с выполнением защитных функций без модуля CU5.

5. Зацепить модули управляемых входов у верхнего края и слегка надавить на него, чтобы он защелкнулся. Убедиться, что модуль имеет контакт с колодкой штекерных разъемов.
6. Закрыть крышку управляющих клемм и заглушку.



Снять крышку, закрывающую управляющие клеммы, и заглушку.

Удалить перемычку контакта STO.

Установить модуль управляемых входов SK CU5-STO.

Установить крышку и заглушку.

3.2 Электрическое подключение

Выполнять указания по установке и подключению, перечисленные в руководстве BU 0600, а также все перечисленные ниже инструкции!

⚠ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Поражение электрическим током

Контакт с токопроводящими деталями может привести к поражению электрическим током, к серьезным травмам и даже к смерти.

- Перед выполнением монтажных работ электрически изолировать устройство от источника тока.
- Выполнять работы только на отключенном от источника напряжения устройстве.

⚠ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Поражение электрическим током

Опасное напряжение может сохраняться в частотном преобразователе в течение 5 минут после отключения электроснабжения.

- Начинать работы не раньше, чем через 5 минут после полного отключения от сети электроснабжения.

3.2.1 Указания по электромонтажу

Если подключение к X19 (в позиции X17) или X20 выполнено с помощью гибких кабелей (много- или тонкожильных), то обязательно следует использовать кабельные гильзы. Все работы по электромонтажу дополнительно регламентируются директивами, перечисленными в руководстве к преобразователю частоты (BU 0600)!

3.2.2 Сетевое подключение

Устройства, имеющие функцию безопасности, разрешается использовать только в сетях типа TN, TT и IT. Эксплуатация этих устройств в сетях с заземлением в угловой точке трансформатора (Grounded Corner) не предусмотрена.

При эксплуатации в сети типа IT

- удалить винты сети IT
- использовать тормозной резистор

ВНИМАНИЕ

Работа в сети IT

При возникновении ошибки (короткого замыкания) в сети IT возможно аккумулярование заряда в промежуточном контуре преобразователя частоты, даже если преобразователь отключен. Избыточный заряд может привести к разрушению конденсаторов промежуточного контура.

- Для отвода избыточной энергии подсоединить тормозной резистор.

ВНИМАНИЕ

Работа в сети IT

При обнаружении ошибки в защитной цепи «Safety DI» подача импульсов преобразователя частоты прекращается. Это также влияет на управление тормозным прерывателем. При использовании «Safety DI» (**P424 = 1** или **P424 = 2**), могут возникать следующие ошибки:

- обнаружена ошибка оборудования «Safety DI»
- превышено «Макс. время Safety SS1» (**P423**)
- ошибка при вводе контрольной суммы «Safety CRC» (**P499**) или «Пароля» (**P497, P498**).

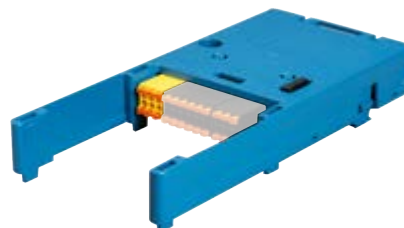
При возникновении одной из таких ошибок одновременно с замыканием на землю в сети IT преобразователь частоты не защищен от возможного избыточного заряда конденсаторов промежуточного контура. Ошибки оборудования возникают крайне редко, поэтому особую осторожность следует проявлять при вводе в эксплуатацию сети IT.

Рекомендуется не проводить одновременно настройку параметров и возможные проверки замыкания на землю, например, тестирование реле защиты от замыкания на землю.

3.2.3 Подключение управляющего напряжения

Соединительные клеммы «Безопасной блокировки импульса» могут быть расположены по-разному.

1. встроенные (SK 510P/SK 540P)
2. в качестве интерфейса съемных модулей SK CU5-STO или SK CU5-MLT (SK 530P или SK 550P)



Информация

Управляющие кабели при необходимости защитить экраном и проложить отдельно от кабелей питающей сети или кабелей двигателя.

3.2.4 Описание клемм цепи управления

Встроенные (SK 510P/SK 540P)

Подключение X19 (в позиции X17)	Наименование	№	Описание
	24VOut	43	Выход напряжения 24 В
	Земля	40	Опорный потенциал для выхода 24В и «Safety DI»
	VISD_24V	94	«Safety DI»
	VIS_0V	93	Опорный потенциал для «Безопасной блокировки импульса»
	VIS_24V	91	Вход 24В «Безопасной блокировки импульса»



Функция STO имеет одноканальное исполнение. Для SS1-t метод «Safety DI» должен выполнять функцию «Быстрый останов». Для это следует использовать только цифровой вход VISD_24V с номером клеммы 94. Настройка функции выполняется при помощи параметра «Safety DI» (P424).

Соединительные клеммы: Push-In, длина снятия изоляции 10 мм
Поперечное сечение: 0,2 ... 2,5 мм², AWG 24 ... 12, жесткий
 0,25 ... 2,5 мм², AWG 24 ... 12, гибкий с кабельной гильзой
 Два провода одинакового сечения: 0,5 ... 1,5 мм², гибкий с кабельной гильзой TWIN

Съемный интерфейс SK CU5-STO или SK CU5-MLT

Функция STO имеет двухканальное исполнение. Для одноканального исполнения подключить параллельно входы VIS1_24V и VIS2_24V.

Для SS1-t метод «Safety DI» должен выполнять функцию «Быстрый останов». Для это следует использовать только цифровой вход VISD_24V с номером клеммы 94. Настройка функции выполняется при помощи параметра «Safety DI» (P424).

Подсоединение X20	Наименование	№	Описание
 Верхняя часть	VIS2_24V	92	Вход 2 STO 24 В (SI2)
	VIS12_0V	93	Опорный потенциал для входов STO (SI1/2)
	VISD_24V	94	«Safety DI»
 Нижняя часть	VIS12_0V	93	Опорный потенциал для входов STO (SI1/2)
	VIS1_24V	91	Вход 1 STO 24 В (SI1)
	VISD_0V	95	Опорный потенциал для «Safety DI»

Соединительные клеммы: Push-In, длина снятия изоляции 10 мм
Поперечное сечение: 0,2 ... 1,5 мм², AWG 24 ... 16, жесткий
 0,25 ... 1,5 мм², AWG 24 ... 16, гибкий с кабельной гильзой

Поперечное сечение	Длинные кабельные гильзы без изолирующего бортика, согласно DIN 46228-1	Длинные кабельные гильзы с изолирующим бортиком, согласно DIN 46228-4
0,25 мм ²	5 мм ... 7 мм	8 мм ... 10 мм
0,34 мм ²	7 мм	8 мм ... 10 мм
0,05 мм ²	8 мм ... 10 мм	8 мм ... 10 мм
0,75 мм ²	8 мм ... 10 мм	8 мм ... 10 мм
1,00 мм ²	8 мм ... 10 мм	-
1,50 мм ²	10 мм	-

Два провода одинакового сечения не используются.

3.3 Описание безопасных методов отключения

3.3.1 Кабельное соединение и экранирование

Для встроенной версии (SK 510P; SK 540P) «Безопасной блокировки импульса» рекомендуется использовать двухжильные, экранированные провода. Для съемной версии (SK CU5-STO; SK CU5-MLT) «Безопасной блокировки импульса» и «Safety DI» рекомендуется использовать экранированный провод (см. 2.4.5 "Исключение отказа в проводке"). Проложить экран с обеих сторон. Учитывать падение напряжения на кабеле.

3.3.2 Эксплуатация с OSSD

Выходы OSSD („Output Switching Signal Device“) представляют собой выходы, способные проводить самотестирование при помощи тестовых импульсов. Выходы включаются и выключаются, в зависимости от состояния выхода, циклически на краткие интервалы времени. Уровень напряжения считывается на выходе и выполняется проверка соответствия изменения уровня напряжения на нем ожидаемому значению. Сами тестовые импульсы не должны интерпретироваться входами как изменения состояния.

«Безопасная блокировка импульса» и «Safety DI» специально рассчитаны на работу с OSSD. Учитывать параметры сопротивления и емкости для используемых кабелей.

3.3.2.1 Эксплуатация с одним устройством

Максимальные значения сопротивления провода для «Безопасной блокировки импульса» могут различаться в зависимости от номинального напряжения, мощности и частоты ШИМ преобразователя частоты. Возможные ситуации подразделяются по классам применения:

Преобразователи частоты				Частота ШИМ	Класс применения
Номинальное напряжение	Типоразмер	Мощность	Типы		
230 В, однофазный	TP I и II	250 Вт ... 2,2 кВт	SK 5x0P-250-123 ... SK 5x0P-221-123	6 кГц	AA
				16 кГц	A
400 В, трехфазный	TP I и II	250 Вт ... 2,2 кВт	SK 5x0P-250-340 ... SK 5x0P-221-340	6 кГц	A
				16 кГц	B
400 В, трехфазный	TP III	3 кВт ... 5,5 кВт 7,5 кВт S3	SK 5x0P-301-340 ... SK 5x0P-551-340, SK 5x0P-751-340-S3	6 кГц	B
				16 кГц	C

Максимально допустимые значения сопротивления провода в зависимости от класса применения:

Класс применения	AA	A	B	C
R _{пров. макс}	15 Ω	10 Ω	8 Ω	6,5 Ω

При этом следует учитывать внутреннее сопротивление источника и сопротивление переключателя для включенного выше OSSD. Для обратного провода действительны те же значения, при том что через него проходят только токи «Безопасной блокировки импульса». Применяется следующее:

$$R_{\text{пров.}} = \rho_{\text{Cu}} * \frac{l}{q} \text{ где } \rho_{\text{Cu}} \cong 19 \Omega * \frac{\text{мм}^2}{\text{км}} \text{ при } \vartheta_{\text{Cu}} = 40 \text{ }^\circ\text{C}$$

l =	Длина провода [км]
ρ_{Cu} =	Удельное сопротивление меди [$\Omega * \text{мм}^2/\text{км}$]

q =	Поперечное сечение провода [мм]
ϑ_{Cu} =	Температура провода [$^\circ\text{C}$]

При температуре кабеля выше 40 °C удельное сопротивление ρ_{Cu} необходимо скорректировать в соответствии с температурным коэффициентом $\alpha_{\text{Cu}} = 4 * 10^{-3} \text{ 1/K}$ (повышение на 0,4 % на каждый K).

Минимальное входное напряжение устройства защитного отключения $V_{24V, \text{min}}$ для работы «Безопасной блокировки импульса» на OSSD составляет 19,2В. В зависимости от максимально допустимого сопротивления провода данное значение увеличивается следующим образом:

$$V_{24V, \text{min}} = 19,2 \text{ В} + 2,4 \text{ В} * \frac{R_{\text{пров.}}}{R_{\text{пров.макс}}}$$

Информация

При эксплуатации с несколькими устройствами значение максимального сопротивления провода уменьшается в зависимости от количества преобразователей частоты и положения преобразователей частоты.

Электрическая емкость между жилами (с учетом емкости экрана) не должна превышать величину, равную **C = 20 нФ**, на каждый подключенный преобразователь частоты.

Значение **C** определяется по формуле:

$$C = 4 \text{ нФ} * t_{\text{OSSD}} / 0,1 \text{ мс} \quad \text{где } t_{\text{OSSD}} = \text{ширина тестового импульса, макс. } 0,5 \text{ мс}$$

Кроме того, устройство защитного отключения в некоторых случаях должно отвечать дополнительным условиям.

3.3.2.2 "Эксплуатация с несколькими устройствами"

Информация

Минимальный допустимый импульс OSSD для функций «Safety DI» и «Безопасная блокировка импульса» составляет 200 мкс.

При одноканальной работе функции «Безопасной блокировки импульса» подключаемого модуля SK CU5-STO или SK CU5-MLT, то есть если оба входа VIS1_24V и VIS2_24V включены параллельно, минимальное входное напряжение $V_{24V, \text{min}}$ повышается на дополнительные 0,8 В.

Если «Safety DI» подключен параллельно с «Безопасной блокировкой импульса», корректировки не требуются.

3.3.2.2 Эксплуатация с несколькими устройствами

При подключении к устройству защитного отключения нескольких преобразователей необходимо учитывать коммутационную способность устройства и допустимую нагрузку блока питания 24 В.

Проложить экран надлежащим образом.

Учитывать падение напряжения на кабеле и сопротивление провода!

При использовании одного OSSD для реализации «Безопасной блокировки импульса» нескольких преобразователей частоты - значение допустимого сопротивления провода уменьшается. Расчет минимального входного напряжения устройства защитного отключения корректируется в зависимости от количества преобразователей частоты.

Все преобразователи на конце кабеля:

$$R_{\text{пров.макс}}(N_{\text{ПЧ}}) = \frac{\text{чтение}_{\text{пров.макс}}}{N_{\text{ПЧ}}} \text{ где } N_{\text{ПЧ}} = \text{«Количество преобразователей частоты»}$$

$$V_{24V,\text{min}} = 19,2 \text{ В} + 2,4 \text{ В} * \frac{R_{\text{пров.}}}{R_{\text{пров.макс}}} * N_{\text{ПЧ}}$$

Информация

$R_{\text{wire, max}}$ определяется по таблице, представленной в разделе 3.3.2 "Эксплуатация с OSSD".

Преобразователи распределены равномерно по длине провода:

$$R_{\text{пров.макс}}(N_{\text{ПЧ}}) = \text{чтение}_{\text{пров.макс}} * \frac{2}{N_{\text{ПЧ}} + 1} \text{ где } N_{\text{ПЧ}} = \text{«Количество преобразователей частоты»}$$

$$V_{24V,\text{min}} = 19,2 \text{ В} + 2,4 \text{ В} * \frac{R_{\text{пров.}}}{R_{\text{пров.макс}}} * \frac{N_{\text{ПЧ}} + 1}{2}$$

Если внутренние сопротивления источника и OSSD преобладают, использовать формулу для «Все преобразователи на конце кабеля».

При работе различных преобразователей с одним OSSD следует выбирать наименьшее значение $R_{\text{пров.макс}}$

Пример

Условия:

- Четыре преобразователя частоты 400 В типа SK 510P подключены к электронному устройству защитного отключения. Два из них имеют мощность 5,5 кВт и два - мощностью 2,2 кВт. Все преобразователи работают с частотой ШИМ 6 кГц.
- Преобразователи равномерно распределены по длине кабеля.
- Используется двухжильный, экранированный кабель с поперечным сечением 0,75 мм² и общей длиной 100 м.

Выбирается меньшее значение максимально допустимого сопротивления провода (то есть в данном случае для параметров 400 В, 5,5 кВт 6 кГц/ класса применения В).

$$R_{\text{пров.макс}} = 8 \Omega$$

$$R_{\text{пров.}} = \rho_{\text{Cu}} * \frac{l}{q} = 19 \Omega * \frac{\text{мм}^2}{\text{км}} * \frac{0,1 \text{ км}}{0,75 \text{ мм}^2} = 2,53 \Omega$$

Если преобразователи распределены равномерно по длине провода, применяется формула:

$$R_{\text{пров.макс}}(N_{\text{ПЧ}}) = \text{чтение}_{\text{пров.макс}} * \frac{2}{N_{\text{ПЧ}} + 1}$$

$$\text{чтение}_{\text{пров.макс}}(N_{\text{ПЧ}}) = 8 \Omega * \frac{2}{4 + 1} = 3,2 \Omega > 2,53 \Omega = R_{\text{пров.}} \Rightarrow \text{OK!}$$

$$V_{24V,min} = 19,2 \text{ В} + 2,4 \text{ В} * \frac{R_{\text{пров.}}}{R_{\text{пров.макс}}} * \frac{N_{\text{ПЧ}} + 1}{2} = 19,2 \text{ В} + 2,4 \text{ В} * \frac{2,53 \Omega}{8 \Omega} * \frac{4 + 1}{2} = 21,1 \text{ В}$$

Результат: Сопротивление провода достаточно мало, питающее напряжение должно составлять минимум 21,1 В.

Совет: Если в результате расчета получено слишком большое значение сопротивления, OSSD может располагаться в середине кабеля, между преобразователями. Можно также использовать соединение по схеме «звезда» с OSSD в качестве нулевой точки. В этом случае емкость провода будет иметь ограничивающее действие. При наличии сомнений использовать провод большего поперечного сечения.

3.3.3 ЭМС

Для обеспечения стандартных показателей ЭМС (см. BU 0600) необходимо выполнить электромонтаж с соблюдением требований ЭМС и использовать для соединения устройства защитного отключения с преобразователем частоты кабель допустимой длины 100 м.

4 Ввод в эксплуатацию

В этом разделе рассматриваются только указания по вводу в эксплуатацию, относящиеся к **функциональной безопасности**. Полная информация об устройстве и его вводе в эксплуатацию содержится в руководстве по эксплуатации преобразователя частоты BU 0600.

Для реализации защитных функций STO и SS1-t необходима «Безопасная блокировка импульса». Для функции SS1-t дополнительно требуется «Safety DI». Данный метод, при необходимости, применяется также при реализации защитной функции STO. Для этого «Safety DI» должна быть присвоена специальная функция. Для настройки параметров могут использоваться любые инструменты параметризации, например, Bluetooth-адаптер NORDAC ACCESS BT или шина. Расчет контрольной суммы CRC должен выполняться только при помощи программного обеспечения NORDCON для ПК. Для всех других методов после настройки параметров безопасности следует вручную ввести правильную контрольную сумму CRC (см. 5.1 "Параметризация"). Стандартные контрольные суммы CRC приводятся в описании параметра **P499** „Safety-CRC“ в данном руководстве.

4.1 Порядок ввода в эксплуатацию функции STO

SK 510P, SK 540P

Выход безопасности используемого устройства защитного отключения соединяется с «Безопасной блокировкой импульса», см. 2.2 "Безопасные методы отключения".

В зависимости от требуемой категории можно предпринять меры, исключающие отказ в проводке, такой как замыкание между двумя проводами. Для «Безопасной блокировки импульса» рекомендуется использовать отдельный двухжильный экранированный провод, экран которого должен быть проложен правильно (см. 2.4.5 "Исключение отказа в проводке").

SK 530P, SK 550P с SK CU5-STO или SK CU5-MLT

Два выхода функции безопасности используемого устройства защитного отключения соединяются с двумя входами «Безопасной блокировки импульса» (см. 2.2 "Безопасные методы отключения")

В зависимости от требуемой категории можно предпринять меры, исключающие отказ в проводке, такой как замыкание между двумя проводами. Для «Безопасной блокировки импульса» рекомендуется использовать отдельный трехжильный экранированный провод, экран которого должен быть проложен правильно (см. 2.4.5 "Исключение отказа в проводке"). При использовании устройства защитного отключения с OSSD, способного распознавать короткие замыкания между OSSD, а также внешними напряжениями, теоретически можно отказаться от использования экранированного кабеля.

- Благодаря дополнительному использованию «Safety DI» можно уменьшить время отклика. Для этого для «Safety DI» следует настроить функцию „Отключение напряжения“ (**P424 = 1**). Обратите внимание на различные опорные потенциалы. Для «Безопасной блокировки импульса» и «Safety DI» рекомендуется соответственно использовать собственный экранированный провод, экран которого должен быть проложен правильно, (см. главу 2.4.5 «Исключение отказа в проводке» на стр. 27). Следует обратить внимание на то, что «Safety DI» имеет более низкую категорию безопасности, чем «Безопасная блокировка импульса», вследствие чего время отклика для функции STO может вернуться к большему значению, соответствующему «Безопасной блокировке импульса».

- Если анализ функциональной безопасности конечного оборудования показал, что для него требуется контролируемый запуск, функция «Автоматический пуск» (**P428**) не должна применяться (настройка «0» выкл). Это позволит предотвратить автоматический запуск привода после снятия вызова «Безопасной блокировки импульса».

4.2 Порядок ввода в эксплуатацию SS1-t

- Выход безопасности используемого устройства защитного отключения соединяется с входом «Safety DI», см. 2.2.2 "Safety DI".
Рекомендуется использовать отдельный двухжильный экранированный провод, экран которого должен быть проложен правильно, см. 2.4.5 "Исключение отказа в проводке".

SK 510P, SK 540P

«Защитная блокировка импульса» подключается к выходу безопасности устройства защитного отключения, который должен иметь задержку срабатывания.

Рекомендуется использовать отдельный двухжильный экранированный кабель. Экран кабеля должен быть проложен с двух сторон, см. 2.4.5 "Исключение отказа в проводке".

SK 530P, SK 550P с SK CU5-STO или SK CU5-MLT

Два выхода функции безопасности с задержкой срабатывания используемого устройства защитного отключения соединяются с двумя входами «Безопасной блокировки импульса».

Для «Безопасной блокировки импульса» рекомендуется использовать отдельный трехжильный экранированный провод, экран которого должен быть проложен правильно, см. 2.4.5 "Исключение отказа в проводке".

- Для «Safety DI» должна быть задана функция «Быстрый останов» (**P424 = 2**).

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Опасность травм в случае отказа функции SS1-t

Характер остановки приводной установки зависит от многих факторов. Поэтому в некоторых случаях возможны отклонения в режиме «Безопасный останов 1».

- Если для конечного оборудования отказ функции SS1-t может повлечь за собой возникновение опасной ситуации, то использование компонента функции SS1-t на таком оборудовании не допускается.
- Чтобы не допустить сбоев, при вводе в эксплуатацию необходимо выполнить заключительную верификацию, подтверждающую соответствие настроек системы требованиям безопасности, установленным для конкретного применения, и исключающую возможность выхода работающей системы за пределы рабочих характеристик.

Контрольное время «Макс.время Safety SS1» для функции SS1-t (**P423**) установить в соответствии с требованиями для данного применения. Время задержки для выходов безопасности устройства защитного отключения с задержкой срабатывания задать так, чтобы оно было больше настроенного контрольного времени.

Фактическое время, необходимое для полной остановки привода, зависит от разных факторов и может отличаться от значения времени быстрого останова (**P426**), особенно если во время процесса быстрого останова возникает одно или несколько следующих событий.

- достижение / превышение предела мощности устройства
- достижение / превышение одного или нескольких предельных значений, установленных параметрами (например, **P112**, **P536**, **P537**)
- применение функции «Быстрое DC торможение» (**P108**).

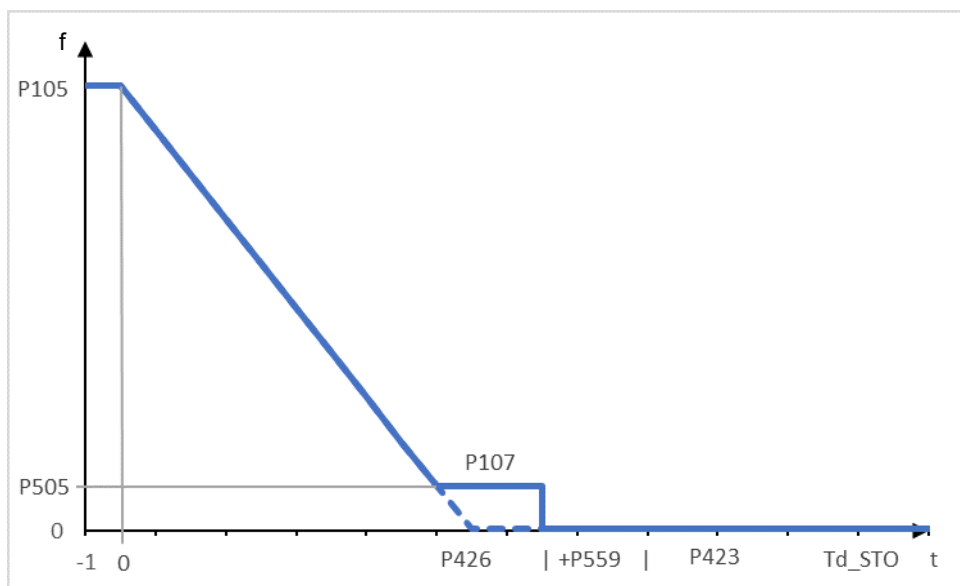
При использовании режима отключения «Быстрое DC торможение» (**P108**) время быстрого останова не учитывается. Используется то же значение времени торможения, что и при обычном отключении (зависит от настроек в параметрах **P109, P110**).

- В самом неблагоприятном случае не удастся полностью остановить приводную установку за установленное в настройках контрольное время. В этом случае срабатывает ошибка, преобразователь выполняет функцию реагирования на ошибку и продолжает работу по инерции.
- Если функция SS1-t была реализована правильно, происходит следующая временная последовательность:

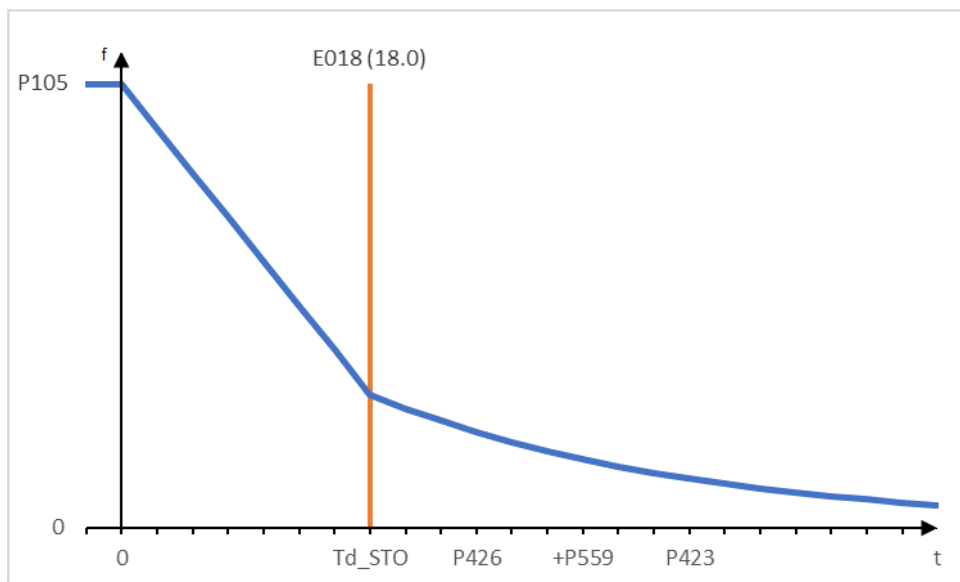
Характеристика управляемого останова определяется по текущей частоте «Времени быстрого стопа» (**P426**) и «Максимальной частоте» (**P105**), а также «Абсолютной минимальной частоте» (**P505**). В момент $t=0$ при помощи «Safety DI» производится «Быстрый останов». Начиная с «Максимальной частоты» (**P105**) преобразователю частоты требуется полное «Время быстрого стопа» (**P426**), чтобы понизить частоту на выходе до 0 Гц. Характеристика торможения при этом выполняется только до «абсолютной минимальной частоты» (**P505**). При использовании электромеханического тормоза выходная частота остается на «абсолютной минимальной частоте» (**P505**) в течение заданного настройками «Времени реакции тормоза» (**P107**). По его истечении срабатывает тормоз. Без электромеханического тормоза «Время реакции тормоза» (**P107**) устанавливается равным нулю секунд (значение по умолчанию). Если используется асинхронный двигатель, то далее следует «Время х.х DC тормож.» (**P559**). В течение этого времени на асинхронный двигатель подается постоянный ток, чтобы довести привод до полной остановки. Условием правильной остановки является соответствующая конфигурация всего привода, а также отсутствие превышения предела мощности преобразователя или установленных параметрами предельных значений. Для обеспечения контролируемой остановки выполняется проверка управления инвертором по истечении значения «Макс.время Safety SS1» (**P423**). Для этого времени должно быть установлено большее значение, но по возможности не более длительное, чем результат следующего уравнения:

$$T_{d,STO} > P423 > P426 * \frac{P105 - P505}{P105} + P107 + P559$$

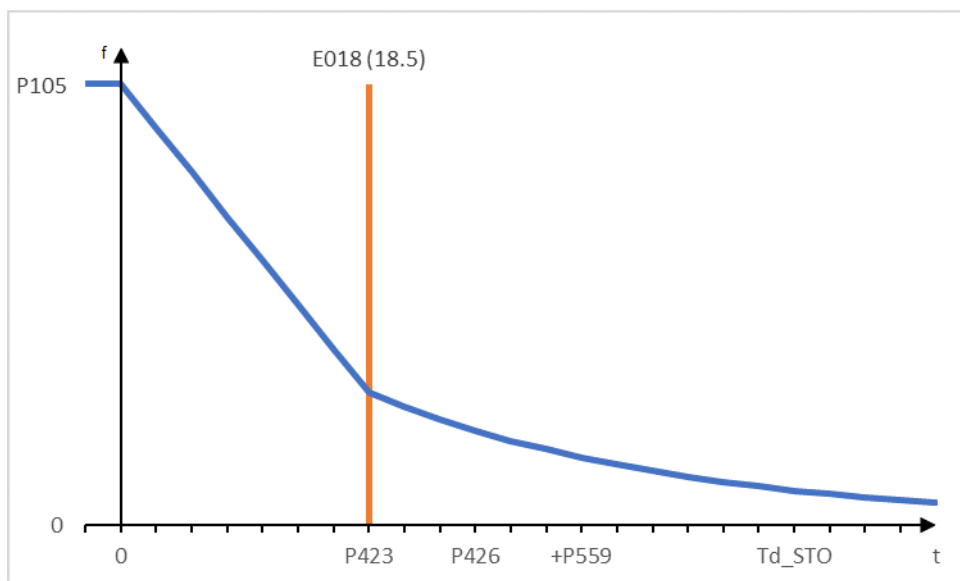
В момент $T_{d,STO}$ через вход «Безопасной блокировки импульса» происходит переключение на защитную функцию STO.



- В случае неправильного выполнения выводятся следующие сообщения об ошибках:
Если защитная функция STO была запущена «Безопасной блокировкой импульса» во время работы инвертора, то выдается сообщение об ошибке **E018** (18.0 «Безопасная цепь»). Если это происходит до остановки двигателя, то остановка прерывается. Подключенный двигатель движется по инерции. Это происходит потому, что «Безопасная блокировка импульса» имеет наивысший приоритет.



Если инвертор продолжает работать по истечении значения «Макс.время Safety SS1» (**P423**), выводится сообщение об ошибке **E018** (18.5 «Safety SS1»). Если это происходит до остановки двигателя, то остановка прерывается. Подключенный двигатель движется по инерции.



- Если анализ функциональной безопасности конечного оборудования показал, что для него требуется контролируемый запуск, функция «Автоматический пуск» (**P428**) не должна применяться (настройка «0» выкл). Это позволит предотвратить автоматический запуск привода после снятия вызова «Безопасной блокировки импульса».

4.3 Верификация

Обязательно проводить верификацию с целью подтверждения соответствия функций безопасности требованиям конкретного применения.

Согласно стандарту IEC 61800-5-2:2016 для верификации проектная документация должна содержать, как минимум, следующие пункты:

- Описание системы с иллюстрацией
- Описание всех компонентов, связанных с безопасностью (включая версию ПО), используемых в системе
- Перечень отдельных составляющих функций безопасности
- Результаты всех испытаний таких составляющих функций безопасности
- Перечень всех параметров, связанных с безопасностью, и их значений для преобразователя частоты
- Контрольные суммы, контрольные даты и подтверждение персоналом, осуществляющим контроль

Испытания конфигураций для частотных преобразователей *NORDAC-PRO* в конструктивно сходных системах разрешается проводить в качестве единого типового испытания, если гарантируется, что составляющие функций безопасности во всех устройствах имеют предусмотренную конфигурацию.

Составляющие функций безопасности *NORDAC PRO* не требуют обслуживания. Чтобы исключить случайное изменение параметров после верификации параметры безопасности следует повторно проверять после каждого снятия пароля (**P497**). В случае изменения конфигурации верификация, включая документацию, производится повторно.

5 Параметры

Ниже перечислены только параметры, сообщения и настройки, которые относятся к **функциональной безопасности**. Подробное описание остальных параметров приводится в руководстве по эксплуатации частотного преобразователя BU 0600.

Информация

Утрата функции безопасности

Загрузка набора параметров может привести к тому, что функции «Отключение напряжения» и «Быстрый останов», запускаемые при помощи «Safety DI», перестанут выполняться правильно.

Чтобы исключить нежелательное изменение параметров необходимо повторно верифицировать настройки „Макс.время Safety SS1» (**P423**) и «Safety DI»(**P424**) сразу же после активации защиты параметров безопасности паролем. Таким образом можно удостовериться, что защитные функции работают правильно.

5.1 Параметризация

При настройке параметров цифрового входа функций безопасности применяется следующее:

Функция «Safety DI» имеет два параметра безопасности «Макс.время Safety SS1» (**P423**) и «Safety DI» (**P424**).

Для того чтобы иметь возможность редактировать эти два параметра, необходимо удалить защиту паролем, если пароль был установлен (в заводских установках защита паролем отключена). Защита паролем временно снимается путем ввода пароля в параметре «Пароль Safety» (**P497**). После этого можно вносить любые изменения в оба параметра.

Для того чтобы данные параметры были приняты преобразователем частоты необходимо правильно ввести контрольную сумму CRC в параметре «Safety CRC» (**P499**), рассчитанную по этим двум параметрам. Программное обеспечение NORDCON для ПК рассчитывает контрольную сумму CRC автоматически при нажатии на «Отправить» в «Safety CRC» (**P499**). При использовании всех остальных способов настройки параметров правильную контрольную сумму CRC необходимо ввести вручную. Таблица с часто используемыми комбинациями значений представлена в описании параметра «Safety CRC»(**P499**). В качестве альтернативы, контрольная сумма CRC может быть рассчитана один раз с помощью программы NORDCON, а затем использоваться при настройке параметров другими способами.

После того как изменения параметров безопасности приняты преобразователем частоты, выполняется функция реагирования на ошибку. Если пароль для параметров безопасности еще не активирован, его необходимо активировать путем ввода в параметре «Изменение пароля Safety» (**P498**). Независимо от того, был ли активирован пароль, необходимо выполнить сброс сетевого напряжения.

Если пароль не установлен или контрольная сумма CRC не соответствует двум параметрам безопасности, то после сброса сетевого напряжения преобразователь частоты остается в режиме реагирования на ошибку.

Информация

После завершения настройки параметров безопасности защитная функция должна быть верифицирована заново.

Проверка контрольной суммы CRC выполняется и в том случае, если ни одна защитная функция не активирована.

Пароль можно снова деактивировать, временно удалив защиту паролем с помощью параметра «Пароль Safety» (**P497**), а затем изменив значение на 0 в параметре «Изменение пароля Safety» (**P498**).

Если вы забыли пароль, то с помощью программного обеспечения NORDCON устройство можно вернуть к «Заводским установкам» (**P523**). При заводских установках пароль деактивирован. После этого установить новый пароль можно в параметре «Изменение пароля Safety» (**P498**).

5.2 Описание параметров

P000 (номер параметра)	Индикация рабочего режима (наименование параметра)	xx ¹⁾	S	P
Диапазон регулирования (или диапазон показаний)	Представление стандартного формата индикации (напр. бин (bin) = бинарный), возможного диапазона регулирования и количества разрядов после запятой	Применяемый(е) параметр(ы):	Перечисление прочих связанных напрямую параметров	
Массивы	[-01]	Здесь описываются параметры, обладающие подструктурой в нескольких массивах.		
Заводские установки	{ 0 }	Стандартная настройка, которая, как правило, устанавливается для параметра на заводе при выпуске прибора, либо после приведения прибора к заводским установкам (см. параметр P523).		
Сфера применения	Исполнение модели(ей) прибора(ов), для которого действует этот параметр. Если параметр действует для моделей всей серии, то данная строка отсутствует.			
Описание	Описание, принцип действия, значение и т.п. для данного параметра.			
Примечание	Дополнительные указания по данному параметру			
Установочные величины (или отображаемые значения)	Перечень возможных установочных величин с описанием соответствующих функций			

1) xx = прочие обозначения

Рис. 1: Подробное описание параметра

Информация

Не используемые информационные ячейки не описываются.

Примечания / пояснения

Обозначение	Наименование	Функция
S	Защищенный параметр	Отображение и изменение параметра только после ввода пароля (см. параметр P003).
P	Назначение зависит от набора параметров	Возможны различные настройки параметра, в зависимости от выбранного набора параметров.

5.2.1 Клеммы цепи управления

P423	Макс.время Safety SS1
Диапазон регулирования	0,01 ... 320,00 с
Заводские установки	{ 0,1 }
Описание	«Макс.время Safety SS1» используется для задержки контроля выходного напряжения преобразователя, когда «Safety DI» настроен на быстрый останов (P424 = 2). Если по истечении заданного времени двигатель продолжает работать, возникает ошибка. При выборе значения данного параметра следует исходить из настроек времени быстрого останова, времени реакции тормоза и времени возбуждения. У асинхронных двигателей данная настройка также зависит от времени холостого хода DC торможения.
Примечание	Установленное «Макс.время Safety SS1» применяется для всех наборов параметров. Необходимо убедиться в том, что «Время быстрого стопа» (P426) во всех наборах параметров соответствует контрольному времени.
	<p>Параметр сохраняется только после ввода и подтверждения параметра «Safety-CRC» (P499). Изменения настроек параметров вступают в силу только после перезапуска преобразователя частоты (отключить питание → 60 с → включить питание).</p> <p>Если плата управления имеет отдельное питание 24В, то его также следует отключить.</p> <p>При использовании защитных функций параметры должны быть защищены паролем при помощи параметра «Изменение пароля Safety» (P498).</p> <p>При выполнении функции «Загрузка заводской настройки» (P523) значение «Макс.время Safety SS1» (P423) не изменяется. Если требуется вернуть значение по умолчанию для параметра «Макс.время Safety SS1» (P423), то это следует сделать вручную.</p>

P424	Safety DI		S	P
Диапазон регулирования	0 ... 2			
Заводские установки	{ 0 }			
Описание	Присвоение функции останова цифровому входу безопасности преобразователя частоты.			
Примечание	<p>Параметр сохраняется только после ввода и подтверждения контрольной суммы CRC (P499). Изменения настроек параметров вступают в силу только после перезапуска преобразователя частоты (отключить питание → 60 с → включить питание).</p> <p>Если плата управления имеет отдельное питание 24В, то его также следует отключить.</p> <p>При использовании защитных функций параметры должны быть защищены паролем (P498).</p> <p>При выполнении функции «Загрузка заводской настройки» (P523) значение данного параметра не изменяется. Вернуть значение по умолчанию можно только вручную.</p>			
Установочные величины	Значение	Функция		
	0	нет функции		
	1	Отключение напряжения	Выходное напряжение преобразователя отключено; двигатель свободно вращается по инерции.	
	2	Быстрый останов	Преобразователь понижает частоту в соответствии с временем быстрого останова (P426).	
P426	Время быстрого стопа			P
Диапазон регулирования	0... 320.00 с			
Заводские установки	{ 0,10 }			
Описание	<p>Время торможения для функции быстрого останова, активированной при возникновении неисправности через цифровой вход, клавиатуру, по команде шины или автоматически.</p> <p>Время быстрого останова — это время, за которое производится линейное снижение частоты со значения, заданного в параметре «Максимальная частота» (P105), до 0 Гц. Если фактическая уставка <100 %, время быстрого останова сокращается соответствующим образом.</p>			
Примечание	<p>Время быстрого стопа и «Макс. время SS1» (P423) должны соответствовать друг другу. Установленное время быстрого останова во всех наборах параметров должно соответствовать контрольному времени.</p> <p>ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! Опасность травм в случае отказа функции SS1-t Характер остановки приводной установки зависит от многих факторов. Поэтому в некоторых случаях возможны отклонения в режиме «Безопасный останов 1».</p> <ul style="list-style-type: none"> • Если для конечного оборудования отказ функции SS1-t может повлечь за собой возникновение опасной ситуации, то использование компонента функции SS1-t на таком оборудовании не допускается. • Чтобы не допустить ненадлежащего использования, при вводе в эксплуатацию необходимо выполнить заключительную верификацию, подтверждающую соответствие настроек системы требованиям безопасности, установленным для конкретного применения, и исключающую возможность выхода работающей системы за пределы рабочих характеристик. 			

P428		Автоматический пуск	S
Диапазон регулирования	0 ... 1		
Заводские установки	{ 0 }		
Описание	<p>Опасно! Опасность повторного включения на короткое замыкание/замыкание на землю</p> <p>НЕ УСТАНАВЛИВАТЬ для данного параметра значение „Вкл“ (P428 = 1), если для задан «автоматический сброс ошибки» (P506 = 6 „всегда“)!</p> <p>Этот параметр определяет, каким образом преобразователь реагирует на статический сигнал разблокировки при подаче сетевого напряжения (напряжение вкл.).</p> <p>При использовании стандартной настройки P428 = 0 «Выкл» преобразователю для разблокировки требуется фронт (изменение сигнала «low → high») на соответствующем цифровом входе.</p> <p>Если запуск преобразователя должен производиться напрямую сразу после включения сети электропитания, то можно установить настройку «Вкл» (P428 = 1). В таком случае, если сигнал разблокировки постоянно включен или оборудование снабжено кабельной перемычкой, происходит немедленный запуск преобразователя.</p>		
Примечание	Настройку «Вкл» (P428 = 1) можно использовать только при условии, что преобразователь частоты настроен на локальное управление (P509 = 0 или P509 = 1).		
Установочные величины	Значение	Функция	
	0	Выкл.	Чтобы запустить привод прибор ожидает смены сигнала „low → high“ на цифровом входе, настроенном на сигнал "Разблокировка". При включении прибора с активным сигналом разблокировки (сетевое напряжение вкл.), он незамедлительно переходит в состояние "Блокировка включения".
	1	Вкл	Чтобы запустить привод прибор ожидает уровень сигнала „high“ на цифровом входе, настроенном на сигнал "Разблокировка". ВНИМАНИЕ! Опасность получения травмы! Привод запускается незамедлительно!

P434		Функция цифр.выхода		P
Массивы	[-01] ... [-05]			
Описание	Назначение функции цифровому выходу			
Установочные величины	Значение		Функция	
	0	Выкл.	Выход не используется.	
	01	Внешний тормоз	Управление механическим тормозом двигателя. Описание см. BU 0600 ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ: Отказ тормоза! Использование тормоза не отвечает условиям функциональной безопасности! Тормозной механизм предназначен для использования в качестве рабочего тормоза. Убедиться, что привод полностью останавливается до того, как включается функция «STO».	
	07	Ошибка	Сообщение об общей неполадке. Описание см. BU 0600	
	39	STO неактивен	Определяет тип реакции функции «Безопасная блокировка импульса». Спад сигнала (high → low), если активны функция STO и безопасный останов.	


P481		Функция Биты вых. BusIO		S
Массивы	[-01] ... [-18]			
Описание	Назначение функций выходным битам шины. Выходные биты шины обрабатываются так же, как цифровые выходы.			
Принимаемое значение	Значение		Функция	
	0	Выкл.	Выход не используется.	
	01	Внешний тормоз	Управление механическим тормозом двигателя. Описание см. BU 0600 ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ: Отказ тормоза! Использование тормоза не отвечает условиям функциональной безопасности! Тормозной механизм предназначен для использования в качестве рабочего тормоза. Убедиться, что привод полностью останавливается до того, как включается функция «STO».	
	07	Ошибка	Сообщение об общей неполадке. Описание см. BU 0600	
	39	STO неактивен	Определяет тип реакции функции «Безопасная блокировка импульса». Спад сигнала (high → low), если активны функция STO и безопасный останов.	

P497		Пароль Safety		S
Диапазон регулирования	- 32768 ... 32767			
Заводские установки	{ 0 }			
Описание	Ввод пароля из P498 для разблокировки параметров «Макс.время Safety SS1» (P423), «Safety DI» (P424) и «Safety CRC» (P499).			
Примечание	Указанное здесь значение будет удалено после отключения платы управления частотного преобразователя. Защита паролем снова активирована.			

9.3 "Указания по техническому обслуживанию и вводу в эксплуатацию"

P498		Изменение пароля Safety	S																																										
Диапазон регулирования	-32768 ... 32767																																												
Заводские установки	{ 0 }																																												
Описание	Установка пароля для защиты настроек параметров «Макс.время Safety SS1» (P423), «Safety DI» (P424) и «Safety CRC» (P499) от несанкционированного внесения изменений. Временно снять защиту паролем можно с помощью параметра «Пароль Safety» P497.																																												
Примечание	Если параметр имеет настройку «0», то защита паролем не установлена.																																												
P499		Safety-CRC																																											
Диапазон регулирования	0x0000... 0xFFFF																																												
Заводские установки	{ 0 }																																												
Описание	<p>Контрольная сумма CRC необходима для защиты параметров, отвечающих за функциональную безопасность. Программа NORDCON автоматически рассчитывает CRC при сохранении данного параметра. При использовании другого способа для ввода CRC ее следует рассчитать вручную. После ввода CRC срабатывает ошибка для принудительного перезапуска преобразователя и передачи параметров. Если значение CRC задано неправильно, при запуске преобразователя будет возникать ошибка.</p> <p>Стандартные значения на ввода вручную:</p> <table border="1" data-bbox="459 1037 1300 1585"> <thead> <tr> <th>Safety DI (P424)</th> <th>Макс.время Safety SS1 (P423)</th> <th>Safety CRC (P499)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Без функции</td><td>0,1</td><td>0xDACB</td></tr> <tr><td>Отключение напряжения</td><td>0,1</td><td>0x971E</td></tr> <tr><td>Быстрый останов</td><td>0,1</td><td>0x4161</td></tr> <tr><td>Быстрый останов</td><td>0,2</td><td>0x6097</td></tr> <tr><td>Быстрый останов</td><td>0,3</td><td>0xBA5C</td></tr> <tr><td>Быстрый останов</td><td>0,5</td><td>0xF54D</td></tr> <tr><td>Быстрый останов</td><td>0,7</td><td>0x247E</td></tr> <tr><td>Быстрый останов</td><td>1</td><td>0x4664</td></tr> <tr><td>Быстрый останов</td><td>2</td><td>0x6E9D</td></tr> <tr><td>Быстрый останов</td><td>3</td><td>0x3493</td></tr> <tr><td>Быстрый останов</td><td>5</td><td>0xCD59</td></tr> <tr><td>Быстрый останов</td><td>7</td><td>0x3155</td></tr> <tr><td>Быстрый останов</td><td>10</td><td>0x19B4</td></tr> </tbody> </table>			Safety DI (P424)	Макс.время Safety SS1 (P423)	Safety CRC (P499)	Без функции	0,1	0xDACB	Отключение напряжения	0,1	0x971E	Быстрый останов	0,1	0x4161	Быстрый останов	0,2	0x6097	Быстрый останов	0,3	0xBA5C	Быстрый останов	0,5	0xF54D	Быстрый останов	0,7	0x247E	Быстрый останов	1	0x4664	Быстрый останов	2	0x6E9D	Быстрый останов	3	0x3493	Быстрый останов	5	0xCD59	Быстрый останов	7	0x3155	Быстрый останов	10	0x19B4
Safety DI (P424)	Макс.время Safety SS1 (P423)	Safety CRC (P499)																																											
Без функции	0,1	0xDACB																																											
Отключение напряжения	0,1	0x971E																																											
Быстрый останов	0,1	0x4161																																											
Быстрый останов	0,2	0x6097																																											
Быстрый останов	0,3	0xBA5C																																											
Быстрый останов	0,5	0xF54D																																											
Быстрый останов	0,7	0x247E																																											
Быстрый останов	1	0x4664																																											
Быстрый останов	2	0x6E9D																																											
Быстрый останов	3	0x3493																																											
Быстрый останов	5	0xCD59																																											
Быстрый останов	7	0x3155																																											
Быстрый останов	10	0x19B4																																											
Примечание	<p>При использовании защитных функций параметры должны быть защищены паролем (P498).</p> <p>При выполнении функции «Загрузка заводской настройки» (P523) значение данного параметра не изменяется. Вернуть значение по умолчанию можно только вручную.</p>																																												

5.2.2 Дополнительные параметры

P506	Автоматическая разблокировка неполадки		S
Описание	Автоматический сброс сообщения о неполадке. (описание см.  BU 0600)		
Примечание	Не следует использовать автоматический сброс неполадки вместе с функциями безопасности.		
Установочные величины	0 = контроль выключен		
	0	нет автоматического сброса ошибки	Если управление преобразователем частоты осуществляется через управляющие клеммы, то сброс сообщения об ошибке производится путем снятия сигнала разблокировки.
	1 ... 5	Число допустимых автоматических сбросов ошибок за один цикл подключения к сети электропитания. После отключения и включения сети электропитания снова будет доступно максимальное число сбросов.	
	6	Всегда , сброс ошибки всегда производится автоматически после устранения ее причины, см. примечание.	
	7	Выход запрещен , сброс ошибки возможен только после нажатия клавиши ОК / ввод или после отключения от сети. Сброс ошибки не производится даже после снятия сигнала разблокировки!	
P559	Время х.х DC тормож.		S P
Диапазон регулирования	0,00 ... 30,00 с		
Заводские установки	{ 0,5 }		
Описание	Завершение процесса остановки за счет временной подачи напряжения постоянного тока на клеммы подключения двигателя. (Описание см. BU 0600)		

6 Отображение информации о состояниях

Как правило, функции и рабочие показатели преобразователя частоты постоянно контролируются и сравниваются с предельными значениями. При обнаружении отклонений преобразователь выводит предупреждение или сообщение об ошибке.

Основная информация о выводимой информации содержится в руководстве, прилагаемом к устройству.

Ниже перечислены ошибки, вызывающие блокировку включения преобразователя, которые связаны с функциями технологического модуля STO.

Сообщения о неполадках

Отображение через Simple- / ControlBox		Неисправность Текстовое сообщение в модуле ParameterBox	Причина • Устранение
Группа	Описание в P700 [-01] / P701		
E004	4.0	Перегрузка по току в модуле	<p>Ошибка модуля (кратковременно)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Короткое замыкание или замыкание на землю на выходе ПЧ (кабель двигателя или двигатель). • дополнительный тормозной резистор неисправен/требуется проверки • дополнительный дроссель двигателя неисправен/требуется проверки <p>Дополнительные примечания</p> <ul style="list-style-type: none"> • Другие причины неисправностей: <ul style="list-style-type: none"> – неверные параметры тормозного резистора – слишком длинный кабель двигателя – слишком высокое сопротивление провода или слишком низкое напряжение на «Безопасной блокировке импульса» • P537 не выключать! • Возникновение такой ошибки может привести к значительному сокращению срока службы и повреждению устройства.

E008	8.0	Потеря параметров (EEPROM - превышено максимальное значение)	<p>Ошибка в данных EEPROM</p> <ul style="list-style-type: none"> Версия программного обеспечения, в котором производится сохранение набора данных, не соответствует версии программного обеспечения преобразователя частоты. <p>Примечание: Параметры, содержащие ошибку, будут загружены повторно автоматически (заводская настройка).</p> <ul style="list-style-type: none"> Электромагнитные помехи (см. также E020)
	8.1	Неправильный тип преобразователя	<ul style="list-style-type: none"> Неисправность EEPROM.
	8.2	Ошибка внеш. EEPROM (ControlBox)	<ul style="list-style-type: none"> Убедиться, что модуль ControlBox установлен правильно Неисправность EEPROM в модуле ControlBox (P550 = 1)
	8.4	Ошибка внутр. EEPROM (неверная версия базы данных)	<p>Не удалось правильно распознать конфигурацию преобразователя частоты.</p> <ul style="list-style-type: none"> Отключить и снова включить питающее напряжение.
	8.7	Разные копии EEPROM	
E018	18.0	Безопасная цепь (SafetyCirc)	Во время разблокировки преобразователя безопасная цепь инициировала «Безопасную блокировку импульса».
	18.5	Safety SS1	<p>Истекло заданное параметром (P423) время срабатывания функционала SS1-t. Срабатывает функция STO, так как преобразователь еще посылает выходные импульсы.</p> <p>Эту ошибку нельзя сбросить. Необходимо перезапустить преобразователь частоты (отключить питание → 120 с → включить питание).</p>
	18.6	Система безопасности	<p>Произошла ошибка защитной функции.</p> <ul style="list-style-type: none"> Перезапустить преобразователь. При ее повторном появлении следует узнать полный код ошибки, указанный в параметре «Текущее рабочее состояние» (P700 [-04]), и обратиться в службу поддержки
E110	110.0	Safety CRC	<p>Произошла ошибка защитной функции.</p> <ul style="list-style-type: none"> Контрольная сумма CRC не соответствует настройкам параметров «Макс.время Safety SS1» (P423) и «Safety DI» (P424) и должна быть скорректирована.
	110.1	Изменение Safety CRC	Контрольная сумма CRC была изменена. Применение изменений произойдет только после перезапуска.
	110.2	Требуется защита параметра паролем	<p>При использовании цифрового входа безопасности должна быть установлена защита паролем с помощью параметра «Изменение пароля Safety» (P498).</p> <p>Для изменения заданных параметров входа безопасности должна быть установлена защита паролем с помощью параметра «Пароль Safety» (P497).</p>

Сообщение с блокировкой включения

Отображение через Simple- / ControlBox		Причина Текстовое сообщение в Parameter Box	Причина • Устранение
Группа	Описание в P700 [-03]		
1000	0.1	Блокировка напряжения по входному/выходному сигналу	<p>Функция «Отключение напряжения» переводит соответствующий вход (P420 / P480) на низкий уровень сигнала («low»)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Установить высокий уровень сигнала («high») на входе • Проверить кабель передачи сигнала (возможно, обрыв кабеля)
	0.2	Экстренный останов по входному/выходному сигналу	<p>Функция «Быстрый останов» переводит соответствующий вход (P420 / P480) на низкий уровень сигнала («low»)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Установить высокий уровень сигнала («high») на входе • Проверить кабель передачи сигнала (возможно, обрыв кабеля)
1018	18.0	Активна функция STO	Безопасная цепь инициировала функцию «Безопасной блокировки импульса». Подключенный двигатель не производит крутящий момент.

1) Обозначение состояний (сообщения), выводимые на *ParameterBox* или на виртуальной панели управления приложения *NORD CON*: «Не готово»

Дополнительная информация

Возможно получение дополнительных данных путем опроса модулей *ParameterBox*, *SimpelBox* или через полевую шину. Предоставление данной информации **не связано с требованиями безопасности**. Она имеет исключительно ознакомительный характер.

Состояние функции «Безопасная блокировка импульса», цифровых входов и выходов может отслеживаться с помощью информационных параметров, а также, при необходимости, с помощью слова состояния, возвращаемого через полевую шину.

Для получения информации о состоянии функции «Безопасная блокировка импульса» необходимо назначить цифровому выходу, выходному биту шины или свободному биту слова состояния (биту 10 или 13) функцию 39 («STO неактивен»). Состояние данного бита считывается при помощи параметров «Состояние вых. реле» **P711**), «Слово состояния» (**P741 [-01]**) или «Биты вых. шины» (**P741 [-05]**), либо передается по протоколу шины.

 **Информация**

Цифровой выход

Один цифровой выход может использоваться для передачи состояния функции «Безопасной блокировки импульса». Необходимо учитывать, что эта информация не является эффективной с точки зрения безопасности.

Если управление преобразователем частоты осуществляется через управляющие клеммы, то сброс сообщения об ошибке производится путем снятия сигнала разблокировки, см. **P506**.

7 Дополнительная информация

7.1 Устройства защитного отключения

Специальное устройство защитного отключения, а также другие компоненты, используемые для реализации функции безопасности, должны удовлетворять условиям безопасности, определенным в ходе анализа рисков для конкретного применения.

Выходы устройства отключения должны удовлетворять следующим условиям.

7.1.1 Выходное напряжение защитных устройств

На входных клеммах преобразователя частоты должно присутствовать указанное напряжение, то есть необходимо учитывать возможность падения напряжения на кабеле.

- Механическое устройство защитного отключения

24 В ± 25 % (18 В...30 В)

- Электронное устройство защитного отключения с выходами OSSD

24 В - 20 % / + 25 % (19,2 В...30 В) для «Безопасной блокировки импульса»

7.1.2 Коммутационная способность и нагрузка по току

Выходы безопасности используемого устройства отключения должны быть рассчитаны на указанные нагрузки.

Нагрузка на каждый подключенный преобразователь частоты	SK 510P, SK 540P	SK CU5-STO, SK CU5-MLT	
	VIS_24V (91)	VIS1_24V (91)	VIS2_24V (92)
Непрерывный ток (среднее значение)	см. ниже	см. ниже	см. ниже
Ток включения	≤ 700 мА, для t ≤ 2,5 мс	≤ 70 мА, для t ≤ 4 мс	≤ 700 мА, для t ≤ 2,5 мс
Вспомогательная емкость (после защиты от неправильной полярности)	ок. 30 мкФ	ок. 5 мкФ	ок. 30 мкФ
Пиковый ток после тестового импульса OSSD (периодический)	≤ 700 мА, для t ≤ 1 мс	≤ 70 мА, для t ≤ 1 мс	≤ 700 мА, для t ≤ 1 мс

Приведенные далее средние значения входного тока относятся к напряжению непосредственно на входных клеммах. Это означает, что при необходимости следует учитывать падение напряжения на кабеле и погрешность источника. Указанные значения тока не являются стандартными, а служат основанием для определения характеристик устройства защитного отключения.

Средние значения тока для SK 510P, SK 540P:

Класс применения	Входное напряжение VIS_24V (91):						
	18 В	20 В	22 В	24 В	26 В	28 В	30 В
AA	75 мА	69 мА	64 мА	61 мА	58 мА	55 мА	54 мА
A	95 мА	86 мА	80 мА	75 мА	71 мА	67 мА	65 мА
B	114 мА	104 мА	94 мА	87 мА	82 мА	78 мА	75 мА
C	135 мА	123 мА	113 мА	104 мА	97 мА	92 мА	87 мА

Средние значения тока для SK CU5-STO, SK CU5-MLT:

Класс применения	Входное напряжение VIS1_24V (91):						
	18 В	20 В	22 В	24 В	26 В	28 В	30 В
все	20 мА	21 мА	22 мА	24 мА	25 мА	26 мА	28 мА
Класс применения	Входное напряжение VIS2_24V (92):						
	18 В	20 В	22 В	24 В	26 В	28 В	30 В
AA	81 мА	78 мА	76 мА	75 мА	74 мА	74 мА	75 мА
A	99 мА	94 мА	91 мА	88 мА	87 мА	86 мА	85 мА
B	118 мА	111 мА	105 мА	101 мА	98 мА	96 мА	95 мА
C	140 мА	131 мА	124 мА	119 мА	115 мА	112 мА	110 мА

i **Информация**

Повышенное потребление тока в момент включения или после тестового импульса OSSD

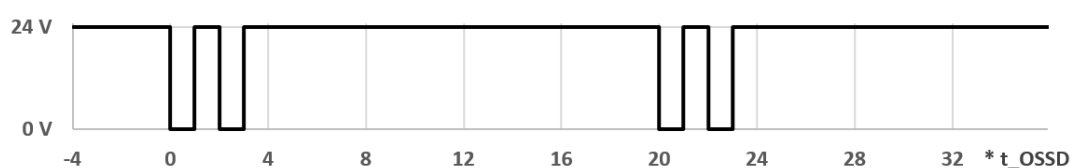
Безопасные методы отключения имеют вспомогательную электрическую емкость, поэтому потребление тока кратковременно увеличивается во время включения и после тестового импульса OSSD. Функция «Безопасная блокировка импульса» имеет ограничение по току, позволяющее минимизировать нагрузку на выход безопасности.

7.1.3 Выходы OSSD, тестовые импульсы

Сигнал OSSD должен удовлетворять следующим требованиям:

- $D \geq 90\%$ (Duty, коэффициент включения)
Питающее напряжение подается в течение 90 % времени.
Пример: После тестового импульса продолжительностью t_{OSSD} подается питающее напряжение в течение минимум $9 \cdot t_{OSSD}$.
- Допускается двойной импульс, если два импульса длиной не менее $2 \cdot t_{OSSD}$ следуют друг за другом и выполнено условие для D.

Допустимый тестовый импульс OSSD



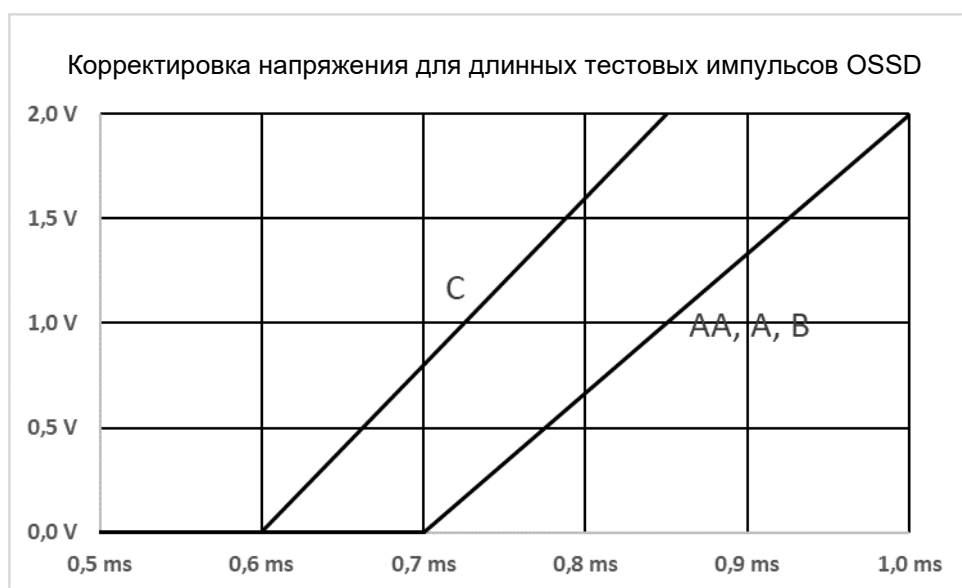
Пример

1. Первый тестовый импульс шириной t_{OSSD} .
 2. Питающее напряжение подается в течение времени $1 * t_{OSSD}$.
 3. Второй тестовый импульс шириной t_{OSSD} .
 4. Питающее напряжение подается в течение минимум $17 * t_{OSSD}$.
- Ширина тестового импульса должна находиться в диапазоне $0,2 \text{ мс} \leq t_{OSSD} \leq 0,5 \text{ мс}$.
Максимальная ширина тестового импульса зависит от класса применения:

Класс применения	AA, A, B	C
$t_{OSSD, \text{макс}}$	1 мс	0,85 мс

В зависимости от класса применения и длины тестового импульса минимальное входное напряжение $V_{IS_24V, \text{мин}}$ следует увеличить при необходимости.

Корректировка напряжения для длинных тестовых импульсов OSSD



Данная корректировка напряжения учитывается в совокупности с другими корректировками.

Пример

В главе «Пример: эксплуатация с несколькими устройствами» для примера был взят класс применения B и минимальное входное напряжение, рассчитанное как $V_{IS_24V, \text{мин}} = 21,1 \text{ В}$. Если в данном примере ширина тестового импульса $t_{OSSD} = 0,85 \text{ мс}$, то минимальное входное напряжение дополнительно повышается на $1,0 \text{ В}$ согласно $V_{IS_24V, \text{мин}} = 22,1 \text{ В}$. При использовании в данном примере источника напряжения 24 В с погрешностью 10% ($V_{Q, \text{мин}} = 21,6 \text{ В}$), это едва ли поддавалось бы измерению, поэтому источник должен иметь меньшую погрешность, меньшую ширину тестового импульса OSSD или большее поперечное сечение кабеля.

7.2 Категории безопасности

7.2.1 IEC 60204-1:2016

(немецкая редакция EN 60204-1:2018)

Функция «Безопасной блокировки импульса» отвечает категориям функций останова 0 и 1.

Контролируемая остановка, выполняемая функцией останова категории 1, не может рассматриваться как связанная с безопасностью, если она реализуется с помощью стандартных функций преобразователя частоты. Чтобы обеспечить безопасность, нужен переход к функции останова категории 0.

7.2.2 IEC 61800-5-2:2016

(немецкая редакция EN 61800-5-2:2017)

При реализации безопасного метода отключения с помощью функции «Безопасная блокировка импульса» возможно выполнение требований, предъявляемым к функции «Безопасное отключение вращающего момента» (STO) и требований для категории безопасности SIL 3.

Комбинация функций «Безопасная блокировка импульса» и «Safety DI» позволяет выполнять требования для функции «Безопасный останов 1 с управлением по времени» (SS1-t), а также требования для категории безопасности SIL 2.

Если используется функция SS1-t, преобразователь частоты не может обеспечивать надежное отслеживание задержки двигателя или частоты вращения. Если анализ рисков показал, что необходимо отслеживание состояния двигателя, предусмотреть внешнее безопасное управление. Реализация SS1-t, описанная в примерах, соответствует методу «Запуск задержки двигателя и запуск функции STO после определенной временной задержки» (по IEC 61800-5-2:2016, раздел 4.2.3.3, параграф с). Задержка двигателя, реализованная с помощью стандартных функций преобразователя частоты, не может рассматриваться как функция, связанная с безопасностью. Для безопасного переключения на функцию STO используется внешнее защитное управляющее устройство, например, устройство защитного отключения.

Это означает, что включение задержки двигателя при помощи «Safety DI» отвечает требованиям для уровня совокупной функциональной безопасности SIL 2. Переход к функции STO, запускаемый внешним устройством, соответствует уровню совокупной функциональной безопасности SIL 3.

ПРИМЕЧАНИЕ: Сбой контролируемой остановки SS1-t может остаться незамеченным. Поэтому функция SS1-t не должна применяться в тех случаях, когда такой сбой может привести к возникновению опасной ситуации на конечном оборудовании.

Функция STO является функцией реагирования на ошибку для «Safety DI». При обнаружении ошибки «Safety DI» во время задержки двигателя выходы двигателя отключаются при помощи программного обеспечения. Такой порядок соответствует функции STO.

7.2.3 IEC 61508:2010

(немецкая редакция EN 61508:2010)

Реализация защитной функции STO при помощи метода отключения «Безопасная блокировка импульса» отвечает требованиям для уровня совокупной функциональной безопасности SIL 3. Задержка двигателя посредством «Safety DI» для реализации функции SS1-t отвечает требованиям для уровня совокупной функциональной безопасности SIL 2 (см. 7.2.2 "IEC 61800-5-2:2016")

7.2.4 ISO 13849-1:2015

(немецкая редакция EN ISO 13849-1:2016)

Использование метода отключения «Безопасная блокировка импульса» для реализации защитной функции STO соответствует требованиям для Performance Level e и категории 4.

Метод «Safety DI», запускающий задержку двигателя для функции SS1-t, отвечает требованиям для Performance Level d и категории 2.



Информация

Оценка функции безопасности

Значения, перечисленные в разделе «Технические характеристики», относятся только к указанным входам или методам отключения.

При оценке функций безопасности необходимо учитывать также дополнительные компоненты, необходимые для реализации функции безопасности, такие как устройства защитного отключения, кнопки аварийного останова и т.д., так как эти компоненты сильно влияют на характеристики и параметры, связанные с безопасностью.

8 Технические характеристики

Применяются технические характеристики из руководства к устройству (BU 0600).

Несмотря на вышеизложенное:

Функция	Спецификация
Максимальная высота монтажа над уровнем моря	≤ 2000 м

Дополнительно применяются следующие технические характеристики.

8.1 Безопасная блокировка импульса и Safety DI

	Безопасная блокировка импульса		Safety DI
	SK 510P, SK 540P	SK CU5-STO или SK CU5-MLT (SK 530P, SK 550P)	SK 510P и SK 540P, SK CU5-STO или SK CU5-MLT (530P, SK550P)
Входное напряжение	+24 В ±25 % (18 В ... 30 В)		+24 В -37,5 % +25 % (15 В ... 30 В)
Эксплуатация с OSSD	-20 % ... +25 % (19,2 В ... 30 В)		+24 В -37,5 % +25 % (15 В ... 30 В)
Уровень High (VT+)	≥ 18 В		≥ 15 В
Уровень Low (VT-)	≤ 3 В		≤ 3 В
Потребление тока (среднее значение)	в зависимости от входного напряжения и класса применения (Inverter ID и частота ШИМ), см. 7.1.2 "Коммутационная способность и нагрузка по току"		≤ 10 мА
Пиковый ток (пиковое значение, при включении или от OSSD)	≤ 700 мА	VIS1: ≤ 70 мА VIS2: ≤ 700 мА	≤ 25 мА
Входное сопротивление	–	–	Уровень Low: 10 кΩ Уровень High: 3 ... 5 кΩ
Входная емкость	ок. 30 мкФ (после защиты от неправильной полярности)	VIS1: ок. 5 мкФ VIS2: ок. 30 мкФ (соответственно после защиты от неправильной полярности)	ок. 10 нФ
Длина кабеля	≤100 м (экранированный в целях соблюдения требований ЭМС), см. 3.3.3 "ЭМС"		
Емкость кабеля	≤ 20 нФ на каждый подключенный преобразователь частоты (≤ 4 нФ * t _{ossd} / 0,1 мс при t _{ossd} ≤ 500 мкс)		
Требования к OSSD			
Ширина тестового импульса	200 мкс ≤ t _{ossd} ≤ 500 мкс, см. 3.3.2 "Эксплуатация с OSSD"		
Duty (уровень high)	≥ 90 %		
Промежуток между двойными импульсами	≥ 2* t _{ossd} (учитывать коэффициент уровня нагрузки)		

8 Технические характеристики

Задержка включения (Время между сменой уровня на входе с High на Low и моментом, когда преобразователь частоты может быть разблокирован).	≤160 мс	≤25 мс	≤15 мс
Время отклика (Время между сменой уровня на входе с High на Low и срабатыванием защитной функции.)	≤130 мс	≤140 мс	≤10 мс
Время цикла (Время между двумя одинаковыми фронтами на входе.)	≥ 1 с		
Время реагирования на ошибку (Время между обнаружением ошибки и срабатыванием функции реагирования на ошибку.)	–		≤35 мс
Функция реагирования на ошибку	–		Отключение инвертора (аналогично STO)
Приоритет	наивысший		низкий
Источник интенсивности отказов	SN 29500 при температуре окружающей среды: 40 °C (режим S1) или 50 °C (режим S3 при ED = 70 %) Специальная конструкция SK 5x0P-751-340-S3: 40 °C (режим S3 при ED = 70 %) или 50 °C (режим S3 при ED = 50 %)		
Соответствующий объект	Тип B		
Отказоустойчивость оборудования (HFT)	HFT 0		
Доля неопасных отказов	SFF = 100 %		SFF = 97,89 %
Вероятность опасного отказа в час	PFH = 0		PFH = 11,33 FIT
Среднее время до отказа	MTTF _d = «высокий» (>100 лет)		
Диагностический охват (DC)	невозможно определить (PFH = 0)		DC = 92,85 % («средний»)
Уровень полноты безопасности (IL) (в соответствии с IEC 61800-5-2:2016 и IEC 61508:2010)	SIL 3		SIL 2
Категория (в соответствии с EN ISO 13849-1:2016)	Категория 4		Категория 2
Уровень эффективности защиты (Performance Level) (в соответствии с EN ISO 13849-1:2016)	PL e		PL d
Интервал проверочных испытаний	TM = 20 лет (срок эксплуатации, „Mission Time“)		

9 Приложение

9.1 Указания по обслуживанию

Выполнять указания по техническому обслуживанию, приведенные в руководстве к устройству (BU 0600).

Инструкции по долговременному хранению, приведенные в руководстве к устройству, также относятся к функции «Безопасной блокировки импульса».

Поэтому на функцию «Безопасной блокировки импульса» необходимо не реже **1 раза в год подавать напряжение 24 В DC** в течение **60 минут**, чтобы проверить функциональность и предотвратить отказ функции.

9.2 Указания по ремонту

Чтобы сократить время ремонта, просим при отправке устройства указывать причину отправки и хотя бы одно лицо, к которому можно будет обратиться в случае возникновения вопросов.

Неисправное изделие, подлежащее ремонту, просим отправлять по следующему адресу:

NORD Electronic DRIVESYSTEMS GmbH

Tjüchkampstraße 37

26606 Aurich

Информация

Вспомогательное оборудование сторонних производителей

Компания NORD GmbH & Co. KG не несет ответственности за устройство, если оно было отправлено вместе с оборудованием сторонних производителей.

Информация

Сопроводительная накладная

Заполните сопроводительную накладную и отправьте ее вместе с неисправным изделием. Форму накладной можно загрузить на главной странице www.nord.com или по этой ссылке [сопроводительная накладная](#).

По вопросам, связанным с ремонтом, следует обращаться в компанию:

Getriebebau NORD GmbH & Co. KG

Тел. +49 (0) 45 32/ 289-2515

Факс +49 (0) 45 32/ 289-2555

9.3 Указания по техническому обслуживанию и вводу в эксплуатацию

В случае затруднений, возникающих, например, при вводе в эксплуатацию, просим обращаться в нашу техническую службу:

☎ +49 4532 289-2125

Наша техническая служба работает круглосуточно 7 дней в неделю. Чтобы мы могли вам помочь, просим предоставить следующую информацию об устройстве и его оснащении:

- Маркировка модели
- Серийный номер
- Версия встроенного ПО.

9.4 Документы и программы

Документы и программы можно загрузить на нашем веб-сайте www.nord.com.

Применяемые и дополнительные документы

Документация	Содержание
BU 0600	Руководство к частотному преобразователю NORDAC PRO (SK 500P)
BU 0000	Руководство пользователя программы NORDCON
BU 0040	Руководство по работе с блоками параметризации NORD.

Программное обеспечение

Программное обеспечение	Описание
NORDCON	Программа для параметризации и диагностики

9.5 Сертификаты

Сертификаты, относящиеся к функциональной безопасности, можно загрузить на нашем веб-сайте www.nord.com.

Сертификаты

Документация	Содержание
C330602	Сертификат на преобразователь частоты с «Безопасными методами отключения» – NORDAC PRO SK 500P

9.6 Сокращения

- **AS-i** Интерфейс AS-Interface
- **BW** Тормозной резистор
- **DIN** Цифровой вход
- **DOUT** Цифровой выход
- **ЭМС** Электромагнитная совместимость
- **ПЧ** Преобразователи частоты
- **GND** Земля
- **OSSD** Output Signal Switching Device (электронное устройство защитного отключения с выходами)
- **P** Параметры, зависящие от набора параметров, т. е. параметры, которые могут принимать разные функции или значения в зависимости от того, в каком из четырех наборов они используются.
- **PDS(SR)** Power Drive Systems (Safety Related) → Система силового привода со встроенными защитными функциями.
- S** Защищенный параметр, т. е. параметр, значение которого становится доступными только после ввода пароля в параметре **P003**.
- **SH** «Безопасный останов» (функциональная безопасность)
- **SS1** «Safe Stop 1», безопасный останов 1
- **STO** «Safe Torque Off», безопасное отключение вращающего момента
- **SW** Версия ПО или встроенного ПО преобразователь частоты („ПО версия“ (**P707**))

Предметный указатель

I

IEC 60204-1	
2018	58
IEC 61508	
2010	58
IEC 61800-5-2	
2017	58

O

OSSD.....	35, 55
-----------	--------

S

Safety DI (P424)	47
Safety-CRC (P499).....	50
SS1-t	
Ввод в эксплуатацию	40
Пример	21
STO	17
Ввод в эксплуатацию	39
Пример	18

A

Авт. сброс ошибки (P506).....	51
Автоматический пуск (P428)	48

Б

Безопасная блокировка импульса	35
OSSD	35
Пример	37
Безопасный метод отключения	
Безопасная блокировка импульса	35
Блокировка запуска	23

В

Ввод в эксплуатацию.....	39
SS1-t	40
STO.....	39
Верификация.....	43
Время быстрого стопа (P426)	47
Время х.х DC тормож. (P559).....	51

Д

Документы	
применяемые	63

З

Защитные функции	
STO	17
Безопасное отключение вращающего момента	17

И

Изменение пароля Safety (P498)	50
Исключение отказа	27

М

Макс.время Safety SS1 (P423)	46
механический тормоз.....	16

Н

Настройка параметров цифрового входа функций безопасности.....	44
--	----

O

Отправка изготовителю	62
-----------------------------	----

П

Параметры.....	44
Пароль Safety (P497)	49
Потеря параметра.....	53
Пример	37
SS1-t.....	21
STO	18
Программное обеспечение	63

Р

Ремонт.....	62
-------------	----

С

Сертификаты	63
Сообщения	
Ошибка	52
Рабочее состояние.....	52
Сопроводительная накладная	62
Стандарт	

<p>IEC 60204-1 2016.....58 IEC 61508 2010.....58 IEC 61800-5-2 2016.....58</p> <p>Т Технические характеристики60</p>	<p>У Устройства защитного отключения 55</p> <p>Ф Функция Биты вых. BusIO (P481) 49 Функция цифр.выхода (P434)..... 49</p> <p>Э ЭМС 38</p>
---	--

NORD DRIVESYSTEMS Group

Headquarters and Technology Centre
in Bargteheide, close to Hamburg

Innovative drive solutions
for more than 100 branches of industry

Mechanical products
parallel shaft, helical gear, bevel gear and worm gear units

Electrical products
IE2/IE3/IE4 motors

Electronic products
centralised and decentralised frequency inverters,
motor starters and field distribution systems

7 state-of-the-art production plants
for all drive components

Subsidiaries and sales partners
in 98 countries on 5 continents
provide local stocks, assembly, production,
technical support and customer service

More than 4,000 employees throughout the world
create customer oriented solutions

www.nord.com/locator

Headquarters:

Getriebebau NORD GmbH & Co. KG
Getriebebau-Nord-Straße 1
22941 Bargteheide, Germany
T: +49 (0) 4532 / 289-0
F: +49 (0) 4532 / 289-22 53
info@nord.com, www.nord.com

Member of the NORD DRIVESYSTEMS Group

