

SIL3

БАРЬЕРЫ ИСКРОЗАЩИТЫ

Руководство по функциональной безопасности
серия **АВИС** (группа: Переключающие усилители)



ГОСТ Р МЭК 61508-2012

- AVIS12-SL-NAM-RO
- AVIS12-SL-NAM-2RO
- AVIS12-SL-2NAM-2RO

Переключающие (дискретные) усилители		
1	Сфера действия	4
1.1	Типы барьеров искрозащиты	
1.2	Область применения	
1.3	Описание изделий	
2	Проектирование	4
2.1	Функция безопасности	
2.2	Безопасное состояние	
2.3	Необходимые условия для правильной эксплуатации	
3	Показатели функциональной безопасности	5
3.1	Показатели в соответствии с ГОСТ Р МЭК 61508	
4	Контрольные проверки и диагностика	6
4.1	Процедура контрольного испытания	
4.2	Проектирование	
5	Инструкции по эксплуатации	8
5.1	Основные технические параметры	
5.2	Функционал переключателей	
5.3	Подготовка к работе	
5.4	Подключение	
6	Применение	11
6.1	Основные требования	
6.2	SIL2 применения	
6.3	SIL3 применения	
	Лист регистрации изменений	14

Данное руководство по функциональной безопасности разработано в соответствии с ГОСТ Р МЭК 61508-2012 для удовлетворения требований по функциональной безопасности.

В настоящем руководстве по функциональной безопасности приведены следующие сокращения:

- **Функциональная безопасность (Functional Safety)** - часть общей системы безопасности, обусловленная применением управляемого оборудования и системы управления и зависящая от правильности функционирования электрических/электронных/программируемых электронных систем, связанных с безопасностью, и других средств по снижению риска.
- **Отказобезопасность** - свойства изделия, ориентированные на сохранение безопасности в случае отказа.
- **ДБО (SFF - safety fail fraction)** - Доля Безопасных Отказов. Свойство элемента, связанного с безопасностью, определяемое отношением суммы средних частот безопасных отказов и опасных обнаруженных отказов к сумме средних частот безопасных и опасных отказов.

λ_{du} - интенсивность необнаруженных опасных отказов.

λ_{dd} - интенсивность обнаруженных опасных отказов.

OAC (HFT - hardware fault tolerance) - Отказоустойчивость Аппаратных Средств.

OAC = X означает, что X + 1 является минимальным числом отказов, которые могут привести к потере функции безопасности.

- **Средняя вероятность опасного отказа по запросу (probability of dangerous failure on demand, PFDavg)** - средняя неготовность Э/Э/ПЭС системы, связанной с безопасностью, обеспечить безопасность, т.е. выполнить указанную функцию безопасности, когда происходит запрос.
- **Средняя частота опасного отказа в час (average frequency of a dangerous failure per hour, PFH)** - средняя частота опасного отказа Э/Э/ПЭС системы, связанной с безопасностью, выполняющей указанную функцию безопасности в течение заданного периода времени.
- **β** - эффективность теста по выявлению опасных отказов.
- **Полнота безопасности (safety integrity)** - вероятность того, что система, связанная с безопасностью, будет удовлетворительно выполнять требуемые функции безопасности при всех оговоренных условиях в течение заданного периода времени.
- **УПБ (SIL - safety integrity level)** - Уровень полноты безопасности: дискретный уровень (принимаящий одно из четырёх значений), определяющий требования к полноте безопасности для функции безопасности, который ставится в соответствии с Э/Э/ПЭС системам, связанным с безопасностью.

1. Сфера действия

1.1 Типы барьеров искрозащиты

Настоящее руководство по функциональной безопасности распространяется на барьеры искрозащиты серии АВИС: АВИС12-SL-NAM-RO; АВИС12-SL-NAM-2RO; АВИС12-SL-2NAM-2RO.

1.2 Область применения

Барьеры искрозащиты серии АВИС группы переключающие усилители: АВИС12-SL-NAM-RO; АВИС12-SL-NAM-2RO; АВИС12-SL-2NAM-2RO

1.3 Описание изделий

Переключающие усилители предназначены для гальванически развязанной передачи дискретных сигналов от датчиков и механических контактов. Возможно подключение датчиков с выходным сигналом, соответствующим EN 60947-5-6 (NAMUR) или механических контактов. Выходные цепи изолированы от входных цепей и рассчитаны на работу в качестве релейных выходов. Изделия могут применяться в связанных с безопасностью системах, в соответствии с ГОСТ Р МЭК 61508, в режимах работы lowdemandmode (с низкой частотой запросов) или highdemandmode (с высокой частотой запросов): УПБ (SIL) в одноканальной архитектуре.

1.4 Уровень полноты безопасности SIL

В многоканальной архитектуре уровень полноты безопасности может достичь уровня УПБЗ (SIL 3). Соответствие SIL по ГОСТ Р МЭК 61508 оценивается независимой организацией с выдачей сертификата соответствия в добровольной системе сертификации ГОСТ Р. Сертификат действителен для всех устройств, выпущенных в обращение до истечения срока действия этого сертификата, в течение всего срока службы устройства.

2. Проектирование

2.1 Функция безопасности

АВИС12-SL-NAM-RO	В соответствии с входным сигналом и конфигурацией (мониторинг линии, эффективного направления, соответствия входов и выходов) релейный выход обесточивается в течение 20 мс.
АВИС12-SL-NAM-2RO	В соответствии с входным сигналом и конфигурацией (мониторинг линии, эффективного направления, соответствия входов и выходов) релейный выход обесточивается в течение 20 мс.
АВИС12-SL-2NAM-2RO	В соответствии с входным сигналом и конфигурацией (мониторинг линии, эффективного направления, соответствия входов и выходов) релейный выход обесточивается в течение 20 мс.

2.2 Безопасное состояние

АВИС12-SL-NAM-RO	В безопасном состоянии релейный выход обесточивается.
АВИС12-SL-NAM-2RO	В безопасном состоянии релейный выход обесточивается.
АВИС12-SL-2NAM-2RO	В безопасном состоянии релейный выход обесточивается.

2.3 Необходимые условия для правильной эксплуатации:

Должны выдерживаться требования условий применения, указанные в п. 6.1

3. Показатели функциональной безопасности

3.1 Показатели в соответствии с ГОСТ Р МЭК 61508:

Частоты отказов, рассчитанные методом FMEDA-анализа

Модель барьера	λ_s	λ_d	λ_{du}	λ_{dd}
АВИС12-SL-NAM-RO	524.69 FIT	42.65 FIT	42.65 FIT	0 FIT
АВИС12-SL-NAM-2RO	524.69 FIT	42.65 FIT	42.65 FIT	0 FIT
АВИС12-SL-2NAM-2RO (на один канал)	524.69 FIT	42.65 FIT	42.65 FIT	0 FIT

Сводные значения показателей функциональной безопасности

АВИС12-SL-NAM-RO, АВИС12-SL-NAM-2RO, АВИС12-SL-2NAM-2RO в архитектуре вида 1oo1	
Режим работы	С низкой частотой запросов
Полнота безопасности аппаратных средств	SIL2
Стойкость к систематическим отказам	CCO1
ОАС (HFT)	0
Тип устройства	A
ДБО (SFF)	<60%
Средняя вероятность опасного отказа по запросу (PFD_{AVG})	1.9E-04 (1.9% от SIL 2, при $T_{proof}=1$ год) 3.7E-04 (3.7% от SIL 2, при $T_{proof}=2$ года) 5.6E-04 (5.6% от SIL 2, при $T_{proof}=3$ года) 7.5E-04 (7.5% от SIL 2, при $T_{proof}=4$ года) 9.3E-04 (9.3% от SIL 2, при $T_{proof}=5$ лет)
Средняя частота опасного отказа в час (PFH)	4.3E-08 (4.3% от SIL 2)
MRT	0 ч
MTTR	0 ч

АВИС12-SL-NAM-RO, АВИС12-SL-NAM-2RO, АВИС12-SL-2NAM-2RO в архитектуре вида 1oo2	
Режим работы	С низкой и высокой частотой запросов
Полнота безопасности аппаратных средств	SIL3
Стойкость к систематическим отказам	CCO3
ОАС (HFT)	1
Тип устройства	A
ДБО (SFF)	<60%
Средняя вероятность опасного отказа по запросу (PFD_{AVG})	9.4E-06 (0.9% от SIL 3, при $T_{proof}=1$ год)
	1.9E-05 (1.9% от SIL 3, при $T_{proof}=2$ года)
	2.8E-05 (2.8% от SIL 3, при $T_{proof}=3$ года)
	3.8E-05 (3.8% от SIL 3, при $T_{proof}=4$ года)
	4.8E-05 (4.8% от SIL 3, при $T_{proof}=5$ лет)
Средняя частота опасного отказа в час (PFH)	2.1E-09 (2.1% of SIL 3, при $T_{proof}=1$ год)
	2.2E-09 (2.2% of SIL 3, при $T_{proof}=5$ лет)
MRT	24 ч
MTTR	24 ч

* При расчете параметров не учитывалась интенсивность отказов внешних устройств например датчиков, кабелей и т. п.

4. Контрольные проверки и диагностика

4.1 Процедура контрольной проверки

Согласно ГОСТ Р МЭК 61508-2 должны проводиться периодические контрольные проверки для выявления потенциально опасных отказов, которые иначе не обнаруживаются при диагностических проверках.

Функциональность подсистемы необходимо периодически проверять в зависимости от применяемого PFD_{AVG} в соответствии с данными, представленными в данном руководстве.

Ответственность за определение типа контрольного испытания и интервала времени лежит на операторе. Рекомендуется выполнять это не реже одного раза в 3 года для приложений SIL3.

Необходимое вспомогательное оборудование:

Цифровой мультиметр с точностью выше 0,1 %.

Для контрольной проверки искробезопасной стороны устройств необходимо использовать специальный цифровой мультиметр для искробезопасных цепей.

Искробезопасные цепи, которые эксплуатировались с неискробезопасными цепями, не могут впоследствии использоваться в качестве искробезопасных цепей.

Источник питания настроен на номинальное напряжение 24 В постоянного тока.

Настройки должны быть проверены после конфигурации с помощью соответствующих тестов.

Процедура:

Состояние датчика должно имитироваться потенциометром 4,7 кОм (порог нормальной работы), резистором 220 Ом (обнаружение короткого замыкания) и резистором 150 кОм (обнаружение обрыва провода).

Входной тест необходимо проводить для каждого входного канала отдельно. Порог должен быть между 1,4 мА и 1,9 мА, гистерезис должен быть между 170 нА и 250 нА. Для нормального режима работы реле должно быть активировано (горит желтый светодиод), если входной ток превышает пороговое значение.

Для инверсного режима работы реле должно быть активировано (горит желтый светодиод), если входной ток ниже порогового значения.

Если ко входу подключен резистор RSC (220 Ом) или резистор RLB (150 кОм), блок должен обнаружить внешнюю ошибку. Красный светодиод должен мигать, а реле соответствующего канала деактивироваться.

Оба релейных выхода необходимо проверить определенным током, т.е. 100 мА. Во избежание поражения электрическим током мы рекомендуем использовать для этого теста напряжение 24 В постоянного тока. Для определения обеспечения функциональной безопасности важно проверить, что контакты реле разомкнуты, если реле деактивировано.

После проверки устройство необходимо вернуть к исходным настройкам в соответствии с требованиями текущего применения. Далее переключатели для настроек необходимо сохранить от непреднамеренных изменений. Этого можно добиться с помощью (полупрозрачной) самоклеящейся этикетки.

Схемы подключения для осуществления процедуры контрольной проверки приведены на рисунках 1 - 3.

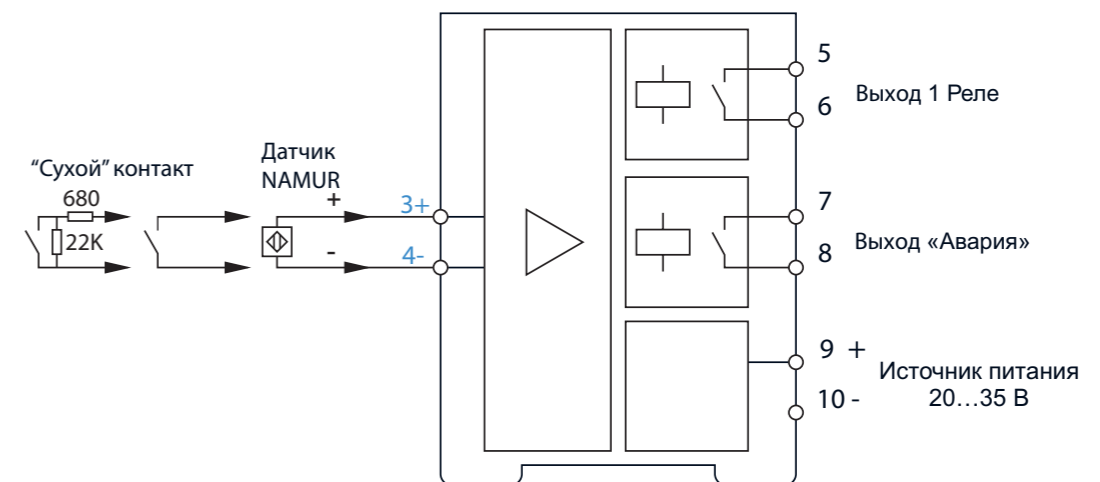


Рисунок 1. Схема для контрольной проверки АВИС12-SL-NAM-RO

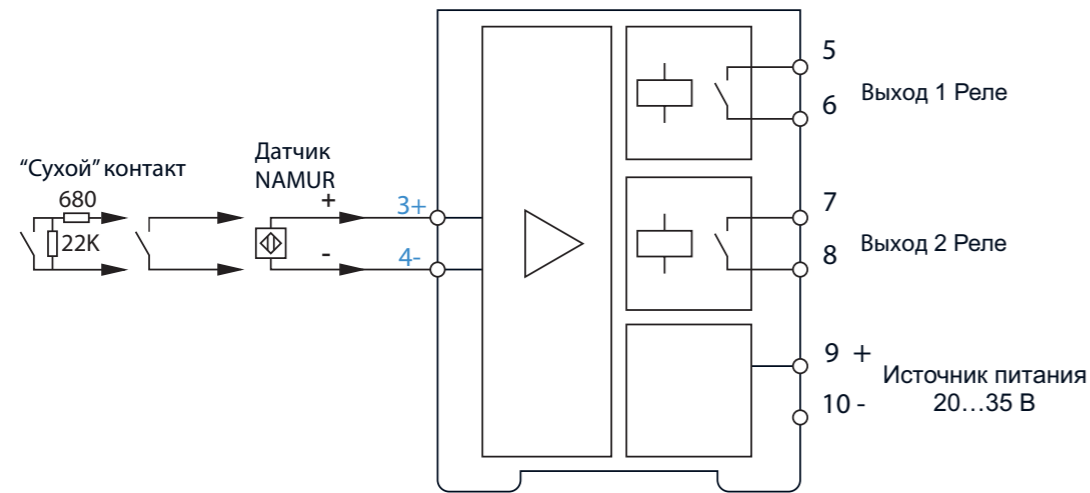


Рисунок 2. Схема контрольной проверки АВИС12-SL-NAM-2RO

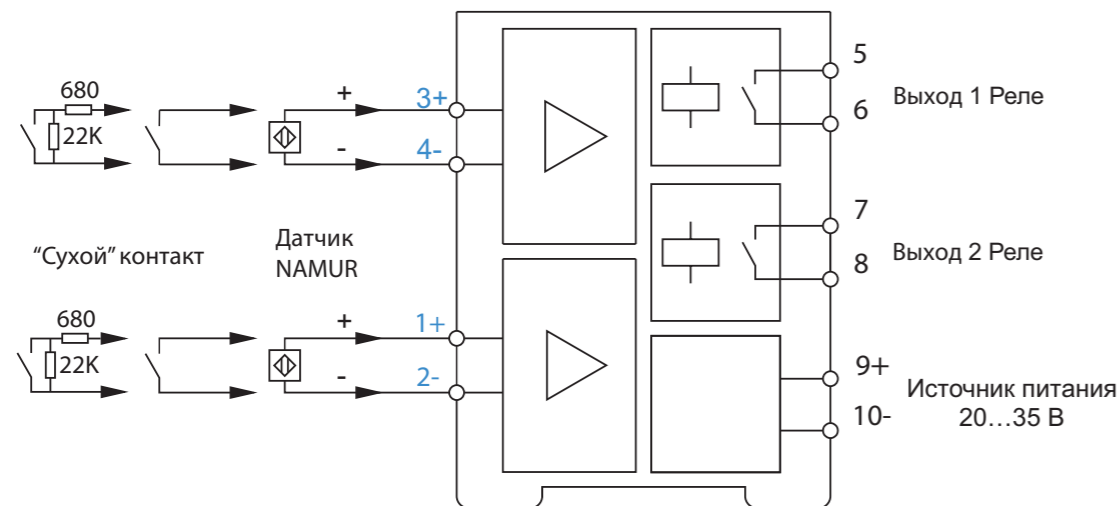


Рисунок 3. Схема контрольной проверки АВИС12-SL-2NAM-2RO

5. Инструкция по эксплуатации

5.1 Основные технические параметры

Модель барьера	Описание параметра	Значение
АВИС12-SL-NAM-RO (одноканальный) АВИС12-SL-NAM-2RO (разветвитель) АВИС12-SL-2NAM-2R (двухканальный)	Входной сигнал	„Сухой“ контакт или бесконтактный переключатель с выходным сигналом DIN 19234 NAMUR
	Напряжение в цепи (состояние „открыто“)	8.2 В +5%
	Ток короткого замыкания	8 мА +5%
	Ток переключения	≤ 1.2 мА, входное сопротивление ≥ 5.7 кОм, Вход в сост. ВЫКЛ. ≥ 2.1 мА, входное сопротивление ≤ 2.8 кОм, Вход в сост. ВКЛ.

Модель барьера	Описание параметра	Значение
АВИС12-SL-NAM-RO (одноканальный) АВИС12-SL-NAM-2RO (разветвитель) АВИС12-SL-2NAM-2R (двухканальный)	Ошибка в линии	Ток на входе ≤ 0.1 мА, идентифицируется как ОБРЫВ. Ток на входе ≥ 7 мА, идентифицируется как Короткое Замыкание.
	Выходной сигнал	Реле (6М-1А-12В/OMRON)
	Номинальная нагрузка	250 В АС, 2А или 30 В DC, 2А
	Сопротивление контактов	100 МОм, макс.
	Номинальное напряжение питания	20...35 В DC (SELV/PELV)
	Потребляемая энергия	Потребление тока при напряжении питания 24 В DC ≤ 30 мА (для одноканальных модулей) ≤ 40 мА (для разветвителей и двухканальных модулей)
	Защита	Защита от переплюсовки питания
Индикация	Зеленый светодиод „Питание“ для индикации наличия напряжения питания	

5.2 Функционал переключателей

Вид передней панели	№ переключателя	Функция
	1	Режим выхода канала 1: НО / НЗ
	2	Детектирование ошибки на линии 1: ВКЛ / ВЫКЛ
	3	Режим выхода канала 2: НО / НЗ
	4	Детектирование ошибки на линии 2: ВКЛ / ВЫКЛ

5.3 Подготовка к работе

Установите устройство на рейке в соответствии с EN 60715 (TH35) следующим образом:

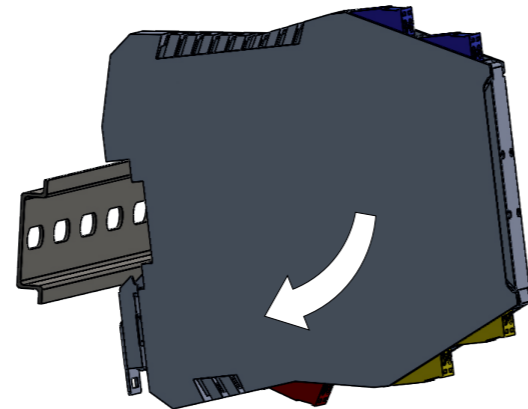


Рисунок 4. Крепление устройства

5.4 Подключение

В этом барьере используется съемный разъем с винтовыми клеммами. Искробезопасные клеммы синего цвета допускается подключать к устройствам в опасной зоне, а неискробезопасные желтого и красного цвета к устройствам в безопасной зоне.

- Для опасной зоны следует выбрать провода с синей маркировкой. Минимальная площадь поперечного сечения должна быть 0,5 мм², а минимальная электрическая прочность изоляции должна быть не менее 500В.
- Электропроводка в безопасной и опасной зонах должна быть разделена и иметь защитные втулки.
- Вставьте зачищенные концы кабелей (5 - 7 мм) в направляющие отверстия винтовых клеммных блоков. Затяните винты с помощью шлицевой отвертки (3 -3,5 мм) (максимальный момент затяжки 0,5 Нм), чтобы зафиксировать концы кабелей. См. рисунок 5.
- Пользователь должен установить плавкий предохранитель с током менее 1,34 А последовательно между ПЛК и выходным реле защитного барьера.

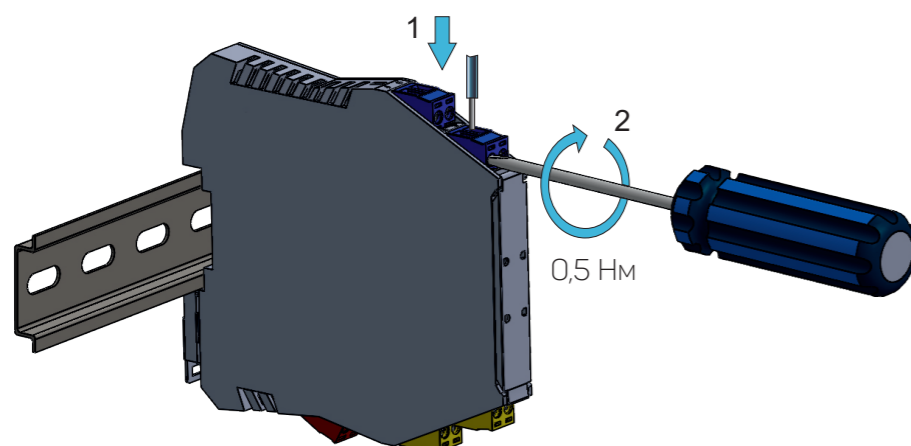


Рисунок 5. Подключение с помощью винтовых клемм

6. Применение

6.1 Основные требования

Температура окружающей среды	-20...60 °С
Температура хранения	-40...80 °С
Относительная влажность	10...95%
Напряжение питания	20...35 В DC (SELV/PELV)
Категория оборудования по перенапряжению	1
Высота над уровнем моря	≤2000 м
Степень защиты	IP20
Степень загрязнения	3

6.1 SIL2 применения

На рисунках 6 - 7 приведены схемы применения в приложениях SIL2.



Пользователем в выходной цепи барьера последовательно должен быть установлен предохранитель.

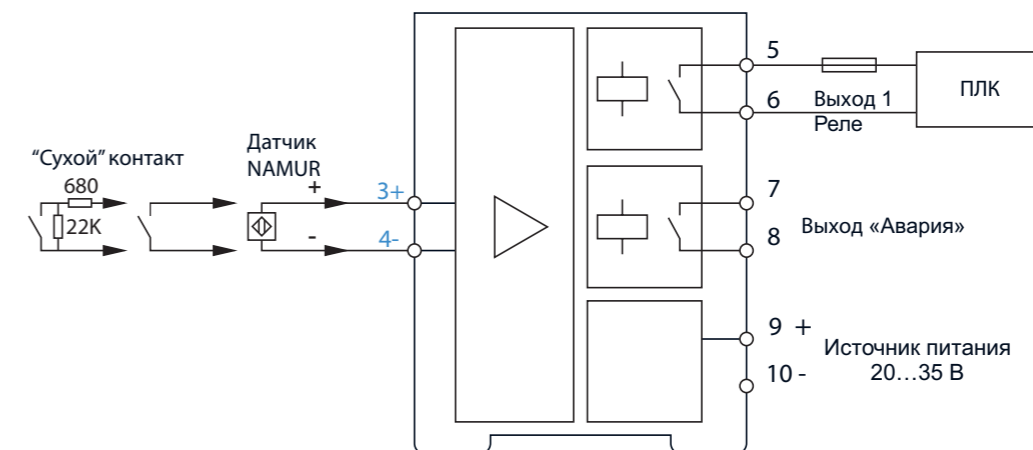


Рисунок 6. АВИС12-SL-NAM-RO применение в SIL2

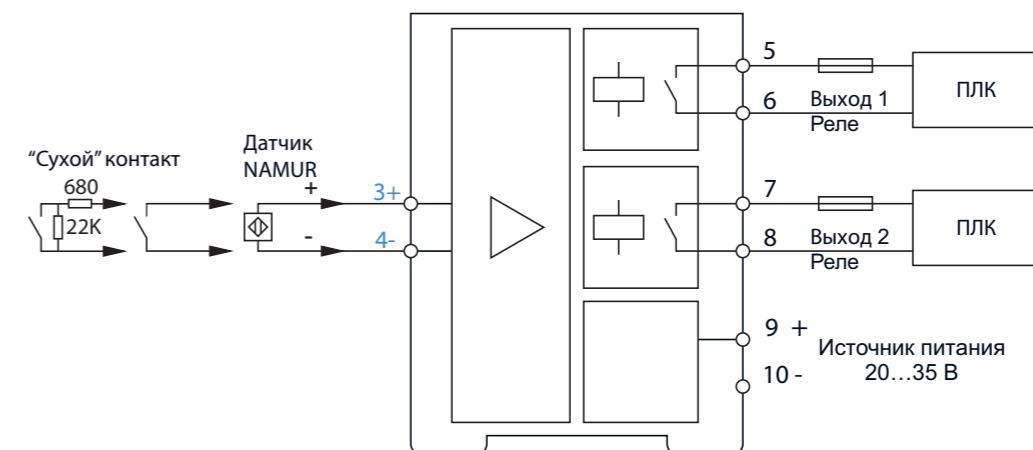


Рисунок 7. АВИС12-SL-NAM-2RO применение в SIL2

6.3 SIL3 применения

На рисунках 8-11 приведены схемы применения в приложениях SIL3



Если требуется достичь уровня SIL 3, используя две части (конфигурация с двойным резервированием, HFT=1) барьеров АВИС12-SL-NAM-RO / АВИС12-SL-NAM-2RO или используя два канала АВИС12-SL-2NAM-2RO, необходимо учитывать следующие факторы отказа по общей причине (CCF) в соответствии с ГОСТ Р МЭК 61508-6: $\beta = \beta_D = 5 \%$

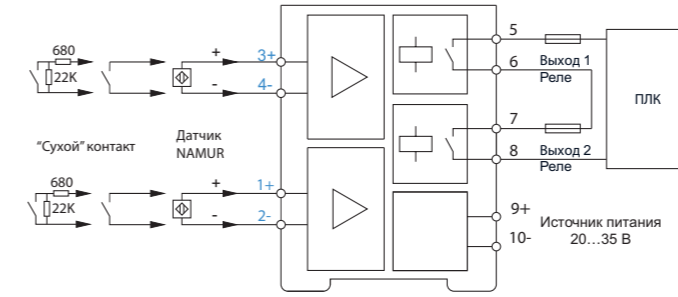


Рисунок 8. АВИС12-SL-2NAM-2RO применение SIL3

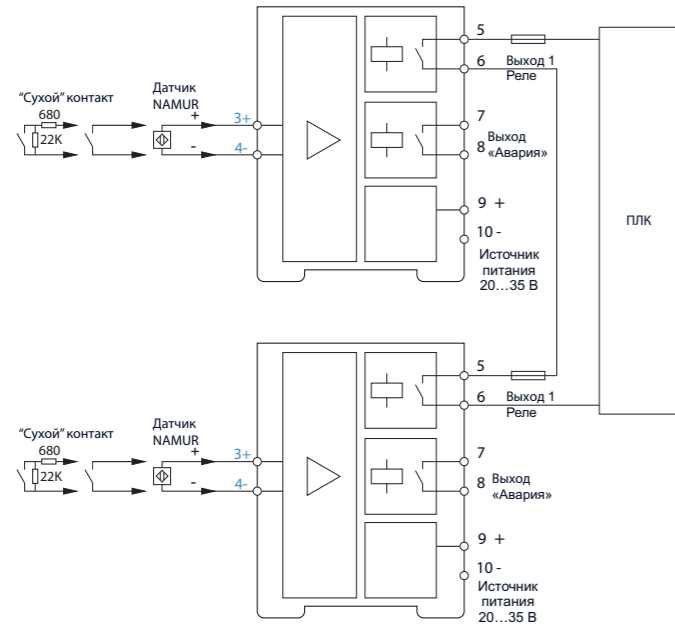


Рисунок 8. АВИС12-SL-NAM-RO применение SIL3

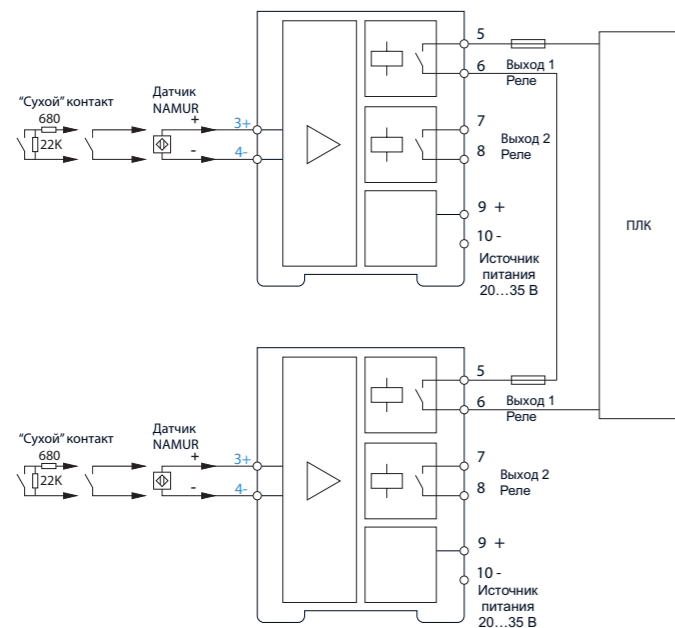


Рисунок 8. АВИС12-SL-NAM-2RO применение SIL3

