

# Easergy Sepam P3

Универсальные реле P3U10, P3U20 и P3U30

Версия издания: P3USepam/ru M/B002

Руководство пользователя



Trace back information:  
Workspace Main version a173  
Checked in 2018-04-11  
Skribenta version 5.2.028

## Оглавление

<b>1</b>	<b>Общие положения</b>	<b>9</b>
1.1	Категории опасности и специальные символы	9
1.2	Официальное уведомление	11
1.3	Назначение	12
1.4	Соответствие ЕU директивам	13
1.5	Сокращения и термины	14
<b>2</b>	<b>Введение</b>	<b>17</b>
2.1	Функции реле	17
2.2	Руководство по выбору	17
2.3	Презентация	23
2.4	Рабочие уровни	24
2.5	Передняя панель	27
2.5.1	Кнопки	28
2.5.2	Светодиодные индикаторы	29
2.5.3	Управление окном аварийных сообщений	29
2.5.4	Доступ к рабочим уровням	30
2.5.5	Регулировка контрастности ЖК-дисплея	30
2.5.6	Тестирование светодиодов и ЖК-экрана	30
2.5.7	Выборочное управление объектом	30
2.5.8	Управление объектом без подтверждения	31
2.5.9	Навигация в меню	31
2.6	Easergy Pro установка параметров настроек и инструмент настройки	32
<b>3</b>	<b>Функции измерения</b>	<b>34</b>
3.1	Масштабирование первичных, вторичных и относительных значений	36
3.1.1	Режим адаптации частоты	37
3.1.2	Масштабирование тока	39
3.1.3	Масштабирование напряжения для аналогового модуля	42
3.2	Измерения для функций защиты	48
3.3	RMS значения (Действующие значения)	49
3.4	Гармоники и общее гармоническое искажение (THD)	49
3.5	Значения нагрузки потребителей	51
3.6	Минимальное и максимальное значения	52
3.7	Максимальные значения за последние 31 день и 12 месяцев	54
3.8	Направление тока и мощности	56
3.9	Симметричные составляющие	58

<b>4</b>	<b>Функции управления</b>	<b>59</b>
4.1	Дискретные выходы	59
4.2	Дискретные входы	62
4.3	Виртуальные входы и выходы	65
4.4	Матрица	69
4.4.1	Матрица выходов	70
4.4.2	Матрица блокирования	71
4.4.3	Матрица блокирования объектов	72
4.4.4	Матрица АПВ	72
4.5	Сброс удержаний	73
4.5.1	Для сброса удержаний используется Easergy Pro	73
4.5.2	Сброс удержаний используя кнопки передней панели	73
4.5.3	Сброс удержаний кнопками F1 или F2	73
4.6	Управляемые объекты	75
4.6.1	Управление объектами с дискретными входами	77
4.6.2	Выбор местное/дистанционное	77
4.6.3	Управление объектами с помощью кнопок I и O	78
4.6.4	Управление объектами с помощью F1 и F2	79
4.7	Логические функции	81
4.8	Передняя панель	86
4.8.1	Мнемонический дисплей	86
4.8.2	Конфигурация локальной панели	89
<b>5</b>	<b>Функции защиты</b>	<b>92</b>
5.1	Максимальное количество ступеней защиты в одном применении	92
5.2	Общие характеристики ступеней защиты	93
5.3	Режимы конфигурации	101
5.4	Зависимости токовых защит	101
5.5	Защиты с зависимой выдержкой времени срабатывания	102
5.5.1	Кривые с стандартными обратозависимыми кривыми IEC, IEEE, IEEE2 и RI	105
5.5.2	Свободная параметризация с использованием кривых IEC, IEEE и IEEE2	117
5.5.3	Программируемые зависимые кривые задержки времени срабатывания	119
5.6	Контроль синхронизма (ANSI 25)	121
5.7	Минимальное напряжение (ANSI 27)	124
5.8	Защита активной мощности, направленная (ANSI 32)	128
5.9	Минимальная токовая защита в фазах (ANSI 37)	130
5.10	Обрыв фазы (ANSI 46BC)	131

---

5.11	Максимальный ток обратной последовательности (ANSI 46) .....	132
5.12	Неправильное чередование фаз / Максимальное напряжение обратной последовательности (ANSI 47) .....	134
5.13	Затянутый пуск, блокировка ротора (ANSI 48) .....	135
5.14	Тепловая защита (ANSI 49F/49M) .....	140
5.15	УРОВ 1 (ANSI 50BF) .....	144
5.16	Включение на повреждение (MT3 с ускорением) (ANSI 50HS) .....	146
5.17	Максималная токовая защита в фазах(ANSI 50/51) ....	148
5.18	Максимальная токовая защита от замыканий на землю (ANSI N) .....	152
5.18.1	Алгоритм обнаружения поврежденной фазы при однофазном замыкании на землю.....	156
5.19	Небаланс конденсаторной батареи (ANSI 51C) .....	160
5.20	Блокировка ротора (ANSI 51LR) .....	163
5.21	MT3 в фазах с коррекцией по напряжению (ANSI 51V) .....	165
5.22	Максимальное напряжение, линейное или фазное (ANSI 59) .....	168
5.23	Защита конденсатора от перенапряжения (ANSI 59C) .....	171
5.24	Защита максимального напряжения нулевой последовательности (ANSI 59N) .....	176
5.25	Ограничение количества пусков (ANSI 66) .....	179
5.26	Максимальная направленная токовая защита в фазах (ANSI 67) .....	181
5.27	Максимальная направленная токовая защита от замыканий на землю (ANSI 67N) .....	187
5.28	Защита от неустойчивых перемеживающихся замыканий на землю(ANSI 67NI) .....	194
5.29	Определение бросков тока намагничивания(ANSI 68F2) .....	200
5.30	Определение пятой гармоники (ANSI 68H5) .....	201
5.31	Функция автоматического повторного включения АПВ (ANSI 79) .....	202
5.32	Защита от повышения или понижения частоты (ANSI 81) .....	208
5.33	Защита по скорости изменения частоты (ANSI 81R) .....	211
5.34	Удержание (ANSI 86) .....	216
5.35	Свободно программируемые ступени (ANSI 99) .....	217
<b>6</b>	<b>Поддерживаемые функции .....</b>	<b>221</b>
6.1	Журнал событий .....	221
6.2	Осциллографирование .....	224
6.3	Пуск холодной нагрузки и бросок тока намагничивания .....	228
6.4	Внутренние часы и синхронизация .....	231
6.5	Провалы и скачки напряжения .....	237
6.6	Перерывы напряжения .....	240
6.7	Контроль трансформатора тока (ANSI 60) .....	243

6.8	Контроль трансформатора напряжения (ANSI 60FL) ..	245
6.9	Контроль состояния выключателя .....	247
6.10	Выходы импульсов энергии .....	253
6.11	Счетчик часов работы .....	258
6.12	Таймеры .....	259
6.13	Объединенная информация о статусе ступеней токовых защит .....	261
6.14	Определитель места короткого замыкания на вводе ..	263
6.15	Определитель места короткого замыкания на фидере (ANSI 21FL) .....	268
6.16	Контроль цепи отключения (ANSI 74) .....	272
6.16.1	Контроль цепи отключения с помощью одного дискретного входа .....	272
6.16.2	Контроль цепи отключения с помощью двух дискретных входов .....	278
<b>7</b>	<b>Обмен данными и протоколы .....</b>	<b>282</b>
7.1	Порты связи .....	282
7.1.1	Удаленные и дополнительные порты .....	282
7.1.2	Ethernet port/Порт Ethernet .....	283
7.2	Протоколы связи .....	284
7.2.1	Modbus и Modbus TCP / IP .....	284
7.2.2	Profibus DP .....	284
7.2.3	SPA-bus .....	285
7.2.4	IEC 60870-5-103 (IEC-103) .....	286
7.2.5	DNP 3.0 .....	287
7.2.6	IEC 60870-5-101 (IEC-101) .....	287
7.2.7	IEC 61850 .....	288
7.2.8	EtherNet/IP .....	289
7.2.9	Сервер HTTPS – Webset .....	289
<b>8</b>	<b>Примеры областей применения и конфигурации. ....</b>	<b>290</b>
8.1	Защита фидера подстанции .....	291
8.2	Промышленная защита фидера / двигателя .....	293
8.3	Использование торов нулевой последовательности CSH120 и CSH200 .....	294
<b>9</b>	<b>Монтаж .....</b>	<b>296</b>
9.1	Проверка полученного груза перед распаковкой .....	296
9.2	Идентификация продукта .....	296
9.3	Хранение .....	298
9.4	Монтаж .....	299
9.5	Соединения .....	303
9.5.1	Задняя панель .....	303
9.5.2	Оперативное питание .....	312
9.5.3	Локальный порт .....	313
9.5.4	Данные подключения .....	314

9.5.5	Внешние опциональные модули .....	319
9.5.5.1	Оптоволоконный интерфейсный модуль VSE-001 .....	319
9.5.5.2	Интерфейсный модуль RS-485 VSE-002 .....	321
9.5.5.3	Интерфейсный модуль VSE-009 DeviceNet .....	323
9.5.5.4	Интерфейсный модуль VPA-3CG profibus .....	324
9.5.5.5	VIO 12A RTD и аналоговые модули ввода / вывода .....	325
9.5.6	блок-схемы .....	326
9.5.7	Примеры подключения .....	331
9.6	Режимы измерения напряжения .....	342
9.7	CSH120 и CSH200 ТТ (top) нулевой последовательности .....	352
<b>10</b>	<b>Испытания и условия окружающей среды .....</b>	<b>355</b>
<b>11</b>	<b>Обслуживание .....</b>	<b>358</b>
11.1	Профилактическое обслуживание .....	359
11.2	Периодические испытания .....	359
11.3	Очистка реле и компонентов .....	359
11.4	Сообщения о состоянии системы .....	359
11.5	Запасные части .....	360
11.6	Самоконтроль .....	360
11.6.1	Диагностика .....	362
<b>12</b>	<b>Код заказа .....</b>	<b>364</b>



# 1 Общие положения

## 1.1 Категории опасности и специальные СИМВОЛЫ

### Общие положения

Внимательно прочтите эти инструкции и визуально ознакомьтесь с устройством перед его установкой, эксплуатацией и техническим обслуживанием. Следующие специальные сообщения могут появляться в этом бюллетене или на оборудовании, предупреждая о потенциальной опасности или привлекая внимание к информации, которая проясняет или упрощает процедуру .



Добавление любого символа к предупреждающим пометкам «Опасно!» или «Предупреждение» показывает, что существует опасность поражения электрическим током и при несоблюдении инструкций возможны травмы.



Это символ предупреждения об опасности. Он используется для предупреждения о потенциальной опасности телесных повреждений. Выполнение указаний, следующих за данным символом, позволит избежать причинения вреда здоровью или жизни.

### Опасно

Символ **ОПАСНО!** указывает на чрезвычайно опасную ситуацию, которая **может привести** к смерти или серьезным травмам, если она не будет предотвращена.

### ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Символ **ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ** указывает на потенциально опасную ситуацию, которая **может привести** к смерти или серьезным травмам, если она не будет предотвращена.

### Внимание

Символ **ВНИМАНИЕ** указывает на потенциально опасную ситуацию, которая, если ее не избежать, **может привести** к незначительной или средней тяжести травме или повреждению оборудования.

**ПРИМЕЧАНИЕ**

**ПРИМЕЧАНИЕ** используется для указаний, не связанных с физической травмой или повреждением оборудования

**Защитное заземление**

Пользователь несет ответственность за соблюдение всех существующих международных и национальных электрических норм, касающихся защитного заземления любого устройства.

**Пожалуйста, обратите внимание**

Использование пароля в устройстве защищает реле от несанкционированного доступа к изменению конфигурации и настроек неподготовленным персоналом.

**⚠ Опасно****ОПАСНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ ТРАВМ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ, ВЗРЫВА ИЛИ ВСПЫШКИ ДУГИ**

Электрооборудование должно устанавливаться, эксплуатироваться и обслуживаться только обученным и квалифицированным персоналом. Шнейдер-Электрик не несет ответственности за любые последствия, связанные с использованием этого материала.

**Несоблюдение этой инструкции приведет к смерти или серьезной травме.**

## 1.2 Официальное уведомление

### **Авторское право**

2018 Schneider Electric. Все права защищены.

### **Отказ от ответственности**

Schneider Electric не несет ответственности за любые последствия, связанные с использованием этого документа. Этот документ не предназначен для инструктажа для нетренированного персонала. В этом документе приводятся инструкции по установке, вводу в эксплуатацию и эксплуатации устройства. Однако руководство не может охватить все мыслимые обстоятельства или включать подробную информацию по всем темам. В случае вопросов или конкретных проблем не предпринимайте никаких действий без надлежащего разрешения. Свяжитесь с Schneider Electric и запросите необходимую информацию.

### **Контактная информация**

35 rue Joseph Monier  
92500 Rueil-Malmaison  
Франция  
Телефон : +33 (0) 1 41 29 70 00  
Факс: +33 (0) 1 41 29 71 00  
[www.schneider-electric.com](http://www.schneider-electric.com)

## 1.3 Назначение

Данный документ содержит указания по монтажу, вводу в эксплуатацию и эксплуатации Easergy Sepam P3U10, P3U20 and P3U30.

Этот документ предназначен для лиц, которые являются экспертами в области электроэнергетики, и охватывает модели реле, как описано в коде заказа в Глава 12 Код заказа.

### Связанные документы

Документ	Идентификация*)
Easergy Sepam P3U10, P3U20 and P3U30 Краткое руководство	P3U/EN QS/xxxx
Easergy Pro Руководство по настройке и эксплуатации	P3eSetup/EN M/xxxx
RTD и mA Выходные / входные модули Руководство пользователя	P3VIO12A/EN M/A001
Руководство пользователя интерфейсного модуля Profibus	P3VPA3CG/EN M/A001
Интерфейс IEC 61850 в Easergy Sepam P3 инструкция по настройке реле	P3APS17001EN
Протокол высокоскоростного связующего дерева (RSTP)	P3APS17002EN
Инструкции по настройке Ethernet / IP	P3APS17003EN
Протокол параллельного дублирования для реле SEPAM P3 с двухпортовым интерфейсом Ethernet 100 Мбит / с	P3APS17004EN
Сопоставление протоколов параметров связи	P3TDS17005EN
Easergy Sepam P3 параметры функций защиты и записанные значения	P3TDS17006EN
Модель данных DeviceNet и EtherNet / IP	P3APS17008EN
Список совместимости IEC103	P3TDS17009EN
DNP 3.0 Документ профиля устройства	P3TDS17010ENP3
Стандартная инструкция по настройке	P3TDS17011EN
Принципы техники цифровой защиты	P3INS17019EN

\*) xxxx = номер редакции

Загрузите последнее программное обеспечение с [easergy.schneider-electric.com](http://easergy.schneider-electric.com).

## 1.4 Соответствие EU директивам

### Соответствие электромагнитной совместимости

**CE** 2014/30/EU

Соблюдение Директивы Европейской комиссии по электромагнитной совместимости. Для установления соответствия использовался стандарт продукта:

- EN 60255-26 2013

### Безопасность продукта

**CE** 2014/35/EU

Соблюдение Директивы ЕС по низковольтному оборудованию. Для установления соответствия использовался стандарт продукта:

- EN 60255-27 2014

## 1.5 Сокращения и термины

ANSI	Американский национальный институт стандартов. Организация по стандартизации.
bps	Бит в секунду
CB	Автоматический выключатель
CBFP	УРОВ (устройство резервирования отказа выключателя)
CLPU	Пуск нагрузки из холодного состояния
CM	Общий режим
Управление выходом	Выходное реле с мощными контактами, рассчитанное на управление выключателем
CPU	Центральное процессорное устройство
cosφ	Активную мощность разделить на полную мощность = P/S. (См. Коэффициент мощности PF). Отрицательный знак указывает на обратное направление мощности.
CT	Трансформатор тока
CT <sub>PRI</sub>	Номинальное первичное значение трансформатора тока
CT <sub>SEC</sub>	Номинальное вторичное значение трансформатора тока
Мертвая зона	См. Гистерезис.
DI	Дискретный вход
Дискретный выход	Относится к контактам выходного реле.
DM	Дифференциальный режим
DO	Дискретный выход
Файл документа	Сохраняет информацию о настройках реле, событиях и журнале аварийных событиях.
DSM	система управления распределительными сетями
DSR	Набор данных готов. Сигнал RS232. Вход с порта передней панели реле Easergy Sepam P3 чтобы запретить локальный порт задней панели.
DST	Время экономии при дневном свете. Корректировка официального локального времени на один час вперед для летнего времени.
DT	Независимая выдержка времени
DTR	Терминал ввода данных готов. Сигнал RS232. Вывод и всегда действителен (+8 В пост. тока) на порте передней панели Easergy Sepam P3 реле.
SEPAM P3 Стандарт	Ссылка на реле P3U10, P3U20 и P3U30
SEPAM P3 Расширенный	Ссылка на реле P3F30, P3L30, P3M30/32, P3GH30/32 и P3T32
eSetup Easergy Pro	Инструмент настройки и конфигурации реле защиты SEPAM P3, далее Easergy Pro
GOOSE	Система информации «горизонтального» обмена между устройствами в соответствии со стандартом МЭК.
Гистерезис	Т.н. мертвая зона. Используется для избежания колебаний при сравнении двух близких значений.
IDMT	Обратнозависимая характеристика выдержки времени
I <sub>MODE</sub>	Номинальный ток выбранного режима. В режиме фидера, I <sub>MODE</sub> = V <sub>T</sub> / I <sub>PRIMARY</sub> . В режиме электродвигателя, I <sub>MODE</sub> = I <sub>MOT</sub> .
I <sub>MOT</sub>	Номинальный ток защищаемого двигателя
I <sub>N</sub>	Номинальный ток. Номинальный первичный и вторичный ток ТТ.

$I_{SET}$	Уставка пуска $I>$
$I_{ON}$	Номинальный ток входа тока нулевой последовательности $I_0$
$I_{0SET}$	Уставка пуска $I_0>$
IEC	Международная электротехническая комиссия. Международная организация по стандартизации.
IEC-101	Сокращение для протокола связи, определенного в стандарте МЭК 60870-5-101
IEC-103	Сокращение для протокола связи, определенного в стандарте МЭК 60870-5-103
IEEE	Институт инженеров по электротехнике и электронике
IRIG-B	Символьный протокол синхронизации устройств. Групповой временной код В: стандарт для передачи времени
LAN	Локальная сеть. Ethernet-сеть для компьютеров и устройств.
Удержание	Это означает что выходные реле и светодиоды могут оставаться в сработавшем состоянии после прекращения действия управляющего сигнала. Возврат в исходное положение выходных реле и светодиодов производится принудительно дополнительной операцией.
жидкокристаллический дисплей (ЖКД)	Жидкокристаллический дисплей.
LED	Светоизлучающий диод
NTP	Протокол сетевого времени для ЛВС и WWW
OVF	Индикация переполнения событий
P	Активная мощность. Единица = [Вт]
PF	Фактор мощности. Абсолютное значение равно $\cos\varphi$ , со знаком «IND» для индуктивного тока, т.е. отстающего тока и «CAP» для емкостного, т.е. опережающего тока.
PLC	Программируемый логический контроллер
$P_M$	Номинальная мощность первичного источника энергии. (Используется для защиты от обратной мощности).
$p_u$	На единицу. В зависимости от контекста за единицу принимается любое номинальное значение. Например, для настройки максимальной токовой защиты $1 p_u = 1 \times I_N$ . На единицу. В зависимости от контекста за единицу принимается любое номинальное значение. Например, для настройки максимальной токовой защиты $1 p_u = 1 \times I_{MOT}$ .
P3U	Реле SEPAM P3U10, P3U20 и P3U30
Q	Реактивная мощность. Ед. изм = [var]
RH	Относительная влажность
RMS	Действующее значение (RMS значение)
RS232 или RS485 (EIA-232 или EIA-485)	Стандарт, определяющий электрические характеристики последовательного интерфейса связи
RTU	Удаленный терминал
S	Полная мощность. Единица = [ВА]
SCADA	Система диспетчерского управления и сбора данных
SF	Выход контроля исправности (готовности) реле; сигнализации при наличии питания и работоспособности изделия. Этот выход упоминается как «выход самоконтроля» в инструменте настройки.
Выход сигнальный	Выход сигнализации аварийный, Не предназначен для включения в цепи катушек включения и отключения выключателей
SNTP	Простой протокол сетевого времени для LAN и WWW
SOTF	Включить на неисправность (Ускоренная МТЗ)
SPST	Контакты простые
SPDT	Перекидные контакты

TCS	Контроль цепи отключения
THD	Общее гармоническое искажение, коэф. гармонических искажений
$U_{0SEC}$	Напряжение на входе $U_C$ при оглухом замыкании на землю (Используется в режиме измерения напряжения "2LL+ $U_0$ ")
$U_A$	Ввод напряжения для $U_{12}$ или $U_{L1}$ в зависимости от режима измерения напряжения
$U_B$	Ввод напряжения для $U_{23}$ или $U_{L2}$ в зависимости от режима измерения напряжения
$U_C$	Вход напряжения для $U_{31}$ или $U_0$ в зависимости от режима измерения напряжения
$U_N$	Номинальное напряжение. Первичное или вторичное напряжение ТН
ИП	Человеко-машинный интерфейс (ЧМИ)
USB	Универсальная последовательная шина
UTC	Скоординированное универсальное время (обычно называемое GMT = среднее время по Гринвичу)
Вебсайт	Интерфейс конфигурирования http
VI	Виртуальный вход
VO	Виртуальный выход
VT	Трансформатор напряжения
$VT_{PRI}$	Номинальное первичное напряжение трансформатора напряжения
$VT_{SEC}$	Номинальное вторичное напряжение трансформатора напряжения

## 2 Введение

### 2.1 Функции реле

Реле общается с другими системами, используя общие протоколы, такие как Modbus RTU, ModbusTCP, МЭК 60870-5-103, МЭК 60870-5-101, МЭК 61850, SPA-шина, Ethernet / IP и DNP 3.0.

#### Интерфейс пользователя

Работой реле можно управлять тремя способами:

- по месту установки с помощью кнопок на передней панели реле;
- Локально при помощи ПК, подключенного к USB порту на передней панели.
- с использованием порта дистанционного управления, расположенного на задней панели реле.

Easergy Sepam P3U10, P3U20 and P3U30 включают все основные функции защиты, необходимые для защиты фидеров и двигателей в распределительных сетях, промышленности и электростанций для всех уровней напряжения до 132 кВ. Кроме того, реле включает в себя несколько программируемых функций, таких как контроль цепи отключения и защита выключателя и протоколы связи для различных ситуаций защиты и связи.

### 2.2 Руководство по выбору

Руководство по выбору по применению предлагает типы SEPAM P3, отвечающие требованиям защиты в зависимости от характеристик защищаемого оборудования. Наиболее часто встречающиеся типы применения представлены вместе с соответствующим типом SEPAM P3.

		SEPAM P3 Стандартный			SEPAM P3 Расширенный	
Напряжение		-	-			
Фидер		P3U10	P3U20	P3U30 с токовой направленной защитой с защитой напряжения	P3F30 с напр.защитой P3L30 с дифф защитой линии & дистанционная	-
Трансформатор					-	P3T32 с дифф защитой
Электродвигатель					P3M30	P3M32 с дифф защитой
Генератор					P3G30	P3G32 с дифф защитой
Измерительные устройства	Фаза Ток	1/5A ТТ (x3)			1/5A ТТ (x3)	1/5A ТТ (x6)
	Ток нулевой последовательности	1/5A ТТ или 0.2/1A ТТ			5/1A+1/0.2A	5/1A+1/0.2A + 5/1A ТТ
	Напряжение	ТН (x1)	ТН (x4)	ТН (x4)	ТН (x4)	
Вход датчика дуги		-			от 0 до 4 датчиков дуги	от 0 до 4 датчиков дуги
Дискретный	Вход	2	10	16	6 до 36	6 до 16
	Выход	5 + SF	5 + SF	8 + SF	10 до 21 + SF	10 до 13 + SF
Аналоговые	Вход	-	0 или 4 <sup>(4)</sup>		0 или 4 <sup>(4)</sup>	
	Выход	-	0 или 4 <sup>(4)</sup>		0 или 4 <sup>(4)</sup>	
Вход датчика температуры		-	0 или 8 или 12 <sup>(4)</sup>		0 или 8 или 12 <sup>(4)</sup>	
Передний порт		USB			USB	
Напряжение питания		24 В постоянного тока или 48-230 В переменного / постоянного тока			24-48 В постоянного тока или 110-240 В переменного / постоянного тока	
Температура окружающей среды при эксплуатации		-40 до 60°C (-40 до 140°F)			-40 до 60°C (-40 до 140°F)	

		SEPAM P3 Стандартный		SEPAM P3 Расширенный	
					
<b>Коммуникация</b>					
Задний порт	RS232	-	■	■	■
	IRIG/B		■	■	■
	RS485	-	■	Использование внешнего модуля входов / выводов	Использование внешнего модуля входов / выводов
	ETHERNET	-	■	■	■
Протоколы	IEC61850 Ed1 & Ed2	-	■	■	■
	IEC 60870-5-101	-	■	■	■
	IEC 60870-5-103	-	■	■	■
	DNP3 Over Ethernet	-	■	■	■
	Modbus последовательный	-	■	■	■
	Modbus через Ethernet	-	■	■	■
	Ethernet IP	-	■	■	■
	DeviceNet	-	■	■	■
	Profibus DP	-	■	■	■
	SPAbus	-	■	■	■
Протоколы резервирования	RSTP	-	■	■	■
	PRP	-	■	■	■
<b>Другие</b>					
Управление		1 объект Mimic	6 объектов + 2 наблюдаемых объекта Мимика	6 объектов + 2 наблюдаемых объекта Мимика	
Логика	Матрица		■	■	
	Логические уравнения		■	■	
Кибербезопасность			Пароль		Пароль
Выкат устройства (Разъем для подключения)			■	-	
Дистанционный ЧМИ			-	■	

Функции защиты	Код ANSI	P3U10/20	P3U30	P3F30	P3L30	P3M30	P3M32	P3G30	P3G32	P3T32
Дистанционная защита	21	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Трехфазная защита мин. сопр.	21G	-	-	-	-	-	-	2	2	-
Поиск повреждений. Определение места повреждения	21FL	-	1	1	1	-	-	-	-	-
Защита от перевозбуждения	24	-	-	-	-	-	-	1	1	1
Контроль синхронизма	25	-	2	2	2	2	2	2	2	2
Защита минимального напряжения	27	-	3	3	3	3	3	3	3	3
Защита мин. напряжения прямой последовательности	27P	-	-	-	-	-	-	2	2	-
Максимальная защита активной мощности направленная	32	-	2	2	2	2	2	2	2	2
Минимальная токовая в фазах	37	1	1	-	-	1	1	-	-	-
Контроль температуры	38/49T	12 (4)	12 (4)	12 (4)	12 (4)	12 (4)	12 (4)	12 (4)	12 (4)	12 (4)
Защита от асинхр. режима/ Максимальная направленная реактивной мощности	40 / 32Q	-	-	-	-	-	-	2/1	2/1	-
Защита макс. тока обратной последовательности	46	2	2	-	-	2	2	2	2	2
Небаланс токов, обрыв фазы	46BC	1	1	1	1	-	-	-	-	-
Защита макс. напряжения обратной последовательности. Неправильное чередование фаз	47	-	-	-	-	1	1	-	-	-
Защита от затынутого пуска и блокировки ротора электрической машины	48/51LR	1	1	-	-	1	1	-	-	-
Тепловая защита	49	1	1	1	1	1	1	1	1	1
MT3 в фазах	50/51	3	3	3	3	3	3	3	3	3
MT3 от замыкания на землю	50N/51N	5	5	5	5	5	5	5	5	5
УРОВ	50BF	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Включение на повреждение	50HS	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Небаланс конденсатор. батареи <sup>(1)</sup>	51C	1	1	2	2	2	2	-	-	-
Максимальная токовая защита с коррекцией по напряжению	51V	-	1	1	1	-	-	1	1	-
Защита макс. напряжения	59	-	3	3	3	3	3	3	3	3
Перенапряжение конденсатора	59C	1	1	1	1	-	-	-	-	-
Защита макс. напряжения нулевой последовательности	59N	3	3	2	2	2	2	2	2	2
Контроль ТТ	60	1	1	1	1	1	1	1	2	2
Контроль ТН	60FL	-	1	1	1	1	1	1	1	1
Дифференциальная защита от замыканий на землю	64REF	-	-	-	-	-	-	-	1	1
Замыкание статора на землю	64S	-	-	-	-	-	-	1	1	-
Ограничение количества пусков	66	1	1	-	-	1	1	-	-	-
Макс. направленная токовая в фазах	67	-	4	4	4	4	4	4	4	4
Макс. направленная токовая защита от замыкания на землю	67N	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Защита от не стабильного замыкания на землю	67NI	1	1	1	1	-	-	-	-	-
Определение бросков тока намагничивания	68F2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Определение пятой гармоники	68H5	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Потеря синхронизма	78PS	-	-	-	-	-	-	1	1	-
АПВ	79	5	5	5	5	-	-	-	-	-

Функции защиты	Код ANSI	P3U10/20	P3U30	P3F30	P3L30	P3M30	P3M32	P3G30	P3G32	P3T32
Защита от повышения или понижения частоты	81	-	2/2	2/2	2/2	2/2	2/2	2/2	2/2	2/2
Защита по производной от частоты	81R	-	1	1	1	1	1	1	1	1
Защита от повышения скорости изменения частоты	81U	-	2	2	2	2	2	2	2	2
Блокировка ротора	86	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Дифф защита линии	87L	-	-	-	2	-	-	-	-	-
Дифф защита двигателя	87M	-	-	-	-	-	2	-	2	-
Дифф защита трансформатора	87T	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Программируемые ступени	99	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Ступени дуговой защиты		-	-	8	-	8	8	8	8	8
Включение на холодную нагрузку		1	1	1	1	1	1	1	1	1
Программируемые кривые		3	3	3	3	3	3	3	3	3
Группы уставок <sup>(2)</sup>		4	4	4	4	4	4	4	4	4

Функции управления	P3U10/20	P3U30	P3F30	P3L30	P3M30	P3M32	P3G30	P3G32	P3T32
Мониторинг и управление коммутационным аппаратом	1/6	6	6	6	6	6	6	6	6
Только упр-ние коммутационным аппаратом	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Программируемая блокировка коммутационного аппарата	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Местное управление выключателем с помощью кнопок I/O	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Функция местного/дист.управления	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Функциональные кнопки	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Свободно программируемая логика	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Управление с помощью приложения Smart App	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Измерения	P3U10/20	P3U30	P3F30	P3L30	P3M30	P3M32	P3G30	P3G32	P3T32
Среднеквадратичные значения тока	■	■	■	■	■	■ <sup>(3)</sup>	■	■ <sup>(3)</sup>	■ <sup>(3)</sup>
Среднеквадратичные значения напряжения	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Среднеквадратичные значения активной, реактивной и полной мощности	-	■	■	■	■	■	■	■	■
Частота	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Значение тока основной частоты	■	■	■	■	■	■ <sup>(3)</sup>	■	■ <sup>(3)</sup>	■ <sup>(3)</sup>
Значение напряжения основной частоты	-	■	■	■	■	■	■	■	■
Значение активной, реактивной и полной мощности основной частоты	-	■	■	■	■	■	■	■	■
Коэффициент мощности	-	■	■	■	■	■	■	■	■
Активная и реактивная энергия	-	■	■	■	■	■	■	■	■
Энергия, передаваемая через импульсные выходы	-	■	■	■	■	■	■	■	■
Значения потребления: фазные токи	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Значения потребления: активная, реактивная, фиксируемая мощность и коэффициент электрической мощности	-	■	■	■	■	■	■	■	■
Минимальные и максимальные значения потребления: фазные токи	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Минимальные и максимальные значения потребления: Действующее значение фазных токов	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Измерения	P3U10/20	P3U30	P3F30	P3L30	P3M30	P3M32	P3G30	P3G32	P3T32
Мин. и макс. значения потребления: активная, реактивная, полная мощность и коэффициент мощности	-	■	■	■	■	■	■	■	■
Максимальные значения потребления за последние 31 день и 12 месяцев: активная, реактивная, полная мощность	-	■	■	■	■	■	■	■	■
Минимальные значения потребления за последние 31 день и 12 месяцев: активная и реактивная мощность	-	■	■	■	■	■	■	■	■
Максимальные и минимальные значения: токи	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Максимальное и минимальное значения: напряжения	-	■	■	■	■	■	■	■	■
Максимальное и минимальное значения: частота	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Максимальные и минимальные значения: активная, реактивная, полная мощность и коэффициент мощности	-	■	■	■	■	■	■	■	■
Гармонические значения фазного тока и THD - коэф. нелинейных искажений	■	■	■	■	■	■ <sup>(3)</sup>	■	■ <sup>(3)</sup>	■ <sup>(3)</sup>
Гармонические значения напряжения и THD-коэф. нелинейных искажений	-	■	■	■	■	■	■	■	■
Провалы и скачки напряжения	-	■	■	■	■	■	■	■	■
Журналы и отчеты	P3U10/20	P3U30	P3F30	P3L30	P3M30	P3M32	P3G30	P3G32	P3T32
Последовательность записи события	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Осциллографирование	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Запись причины отключения	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Функции мониторинга	P3U10/20	P3U30	P3F30	P3L30	P3M30	P3M32	P3G30	P3G32	P3T32
Контроль цепи отключения (ANSI 74)	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Контроль выключателя	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Контроль реле	■	■	■	■	■	■	■	■	■

**ПРИМЕЧАНИЕ:**

- (1) Ток небаланса банки конденсаторов подключается к входу максимальной токовой защиты от замыканий на землю и одна из 2-х ступеней максимальной токовой защиты от замыкания на землю используется защитой небаланса банки конденсаторов
- (2) Не все функции защиты имеют 4 группы настроек. Подробнее см. в руководстве.
- (3) Функция доступна для обоих токовых входов сигналов от ТТ
- (4) Использование внешнего модуля RTD

## 2.3 Презентация

### Функции защиты

- Универсальные адаптируемые функции защиты для настраиваемых пользователем применений, таких как защита фидера, двигателя и защита по напряжению от базовой, ненаправленной токовой защиты до направленной максимальной токовой защиты, тепловой защиты и автоматического повторного включения
- Напряжение нулевой последовательности, защита от перенапряжения и частоты, включая контроль синхронизма при включении двух выключателей
- Однолинейная схема (мнемосхема), измерения и аварийные сигналы, отображаемые человеко-машинным интерфейсом (ЧМИ)
- Конфигурируемые пользователем взаимоблокировки для управления основным объектом
- Инжекция тока и напряжения с использованием базы данных изделия путем установки воспроизведения файла записи регистратора аварийных событий из базы данных изделия

### Надежная конструкция

- Выбираемый пользователем Ethernet, RS485 или RS232 -коммуникационные интерфейсы
- Спроектировано с учетом условий промышленности
- Стандартное соединение USB (тип B) для программного обеспечения настройки реле Easergy Pro

### Общая технология для экономической эффективности

- Мощное ЦПУ, поддерживающее IEC 61850
- Удобная адаптация к различным схемам защиты благодаря четырем группам настроек

### Человеко-машинный интерфейс (ЧМИ)

- Четкий ЖК-дисплей для отображения событий и аварийных сообщений
- Однолинейная схема (мнемосхема) с возможностью управления, индикации и отображения текущих измерений
- Программируемые функциональные кнопки и светодиоды
- Управление включением/отключением выключателя
- Общая платформа прошивки с другими Easergy Sepam P3 реле защиты

## 2.4 Рабочие уровни

Реле имеет три рабочих уровня: **Уровень пользователя**, **Уровень оператора** и **Уровень конфигуратора**. Целью уровней доступа является предотвращение случайного или нежелательного изменения конфигураций, параметров или настроек реле.

### Уровень ПОЛЬЗОВАТЕЛЬ

Назначение:	Можно читать, например, значения параметров, измерения и события
Открытие:	уровень открыт постоянно.
Закрытие:	закрытие невозможно.

### Уровень доступа Оператор

Назначение:	Возможно управлять объектами и изменять, например, настройки ступеней защиты
Открытие:	Пароль по умолчанию ***1
Состояние настройки:	Нажмите 
Закрытие:	Доступ автоматически закрывается через 10 минут бездействия. Ввод пароля 9999 также закрывает уровень.

### Уровень доступа КОНФИГУРАТОР

Назначение:	Уровень КОНФИГУРАТОР необходим при вводе в эксплуатацию реле. Например, для настройки масштабирования измеренных величин трансформаторов напряжения и тока.
Открытие:	Пароль по умолчанию ***2
Состояние настройки:	Нажмите 
Закрытие:	Доступ автоматически закрывается через 10 минут бездействия. Ввод пароля 9999 также закрывает уровень.

## Открытие доступа

1. Нажмите  и  на передней панели.



Рисунок 2.1: Открытие уровня доступа КОНФИГУРАТОР.

2. Введите пароль для необходимого уровня: пароль может состоять из четырех цифр. Цифры пароля вводятся последовательно по одной путем перемещения в позицию цифры нажатием кнопки  и последующего выбора желаемого цифрового значения с использованием кнопки .
3. Нажмите кнопку .

## Работа с паролем

Пароли можно изменить, используя Easergy Pro, подключенного к порту USB на передней панели реле или через Ethernet, используя Easergy Pro или веб-сервер.

Можно восстановить пароль, если пароль потерян или забыт. Для восстановления пароля необходима программа ретрансляции. Параметры виртуального последовательного порта - 38400 бит / с, 8 бит данных, без контроля четности и 1 стоповый бит. Битовая скорость настраивается через переднюю панель

Команда	Описание
замена пароля	Получить код замены (например: 6569403)
получить серийный номер	Получить серийный номер реле (например: 12345)

Отправьте оба номера в ближайший центр обслуживания клиентов Schneider Electric и запросите замену пароля. Код возврата к конкретному реле будет отправлен обратно вам. Этот код действителен в течение двух недель.

Команда	Описание
установите замена пароля=4435876	Восстановить заводские пароли по умолчанию («4435876» - это всего лишь пример. Фактический код следует запросить в ближайшем центре обслуживания клиентов Schneider Electric.)

Теперь пароли восстановлены по умолчанию.

**Вход в HTTP-сервер и FTP**

Протокол	Логин	Логин Пароль
HTTP	CONF	2
FTP	easergy	config

## 2.5 Передняя панель

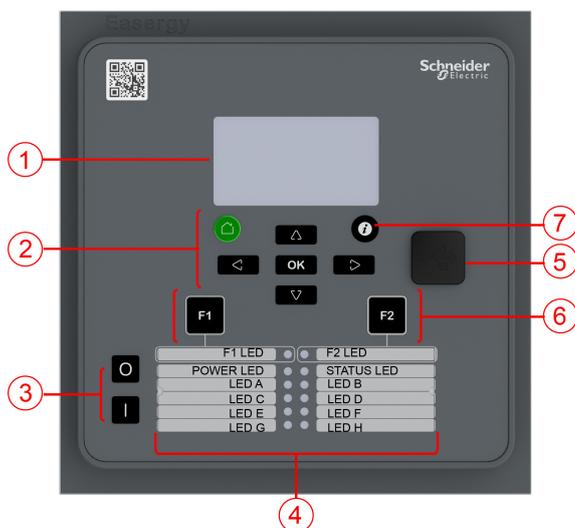


Рисунок 2.2: Easergy Sepam P3U10, P3U20 and P3U30 Передняя панель

- 1 жидкокристаллический дисплей (ЖКД)
- 2 Кнопки навигации
- 3 Кнопки управления объектом
- 4 Светодиодные индикаторы
- 5 Локальный порт
- 6 Функциональные кнопки и светодиоды, показывающие их состояние
- 7 Кнопка INFO

## 2.5.1

### Кнопки

#### Обозначение    Функция



Кнопка ВОЗВРАТ/ОТМЕНА для возврата в предыдущее меню. Чтобы вернуться к первому пункту меню в главном меню, удерживайте кнопку не менее 3 секунд.



Кнопка INFO/Информация для получения дополнительной информации, перехода к вводу пароля и регулировки контрастности ЖК-дисплея;



Программируемая функциональная кнопка



Программируемая функциональная кнопка



Клавиша ENTER/Ввод для включения или подтверждения функции.



Кнопка навигации ВВЕРХ для перемещения вверх по меню или увеличения числового значения.



Кнопка навигации ВНИЗ для перемещения вниз по меню или уменьшения числового значения.



Кнопка навигации ВЛЕВО для перемещения назад по меню или выбора цифры в числовом значении.



Кнопка навигации ВПРАВО для перемещения вперед по меню или выбора цифры в числовом значении.



Кнопка включения автоматического выключателя



Кнопка отключения автоматического выключателя

## 2.5.2 Светодиодные индикаторы

Реле имеет 12 светодиодных индикаторов на передней панели:

- 2 светодиода для функциональных кнопок (F1 и F2)
- 2 светодиода представляют собой общее состояние устройства (ВКЛЮЧЕНО и СТАТУС)
- 8 настраиваемых пользователем светодиодов (A - H)

Когда питание реле включено, светодиод «ПИТАНИЕ» горит зеленым светом. При нормальном использовании светодиод «СТАТУС» не активен, он активируется только при возникновении сбоя работы устройства. Если это произойдет, обратитесь за помощью к местному представителю. Светодиод «СТАТУС» и выходное реле сигнализации о неисправности устройства срабатывают одновременно. Контакты выходного реле "готовность устройства" включаются в систему автоматизации подстанции как аварийное сообщение о неисправности реле защиты.

Для создания поясняющих текстов назначения светодиодов создаются шаблоны, а затем они печатаются на прозрачной пленке. Прозрачные пленки можно поместить в карманы рядом с светодиодами.

**Таблица 2.1: Светодиоды и их информация**

Светодиод	Значение	Измерение/Замечания
Светодиод питания (Power) светится	Питания реле включено.	Режим нормальной работы.
Статус	Внутренняя ошибка, работает одновременно с выходным реле "неисправность устройства"	Реле пытается перезагрузиться [REBOOT]. Если индикатор состояния горит постоянно, обратитесь в сервисное обслуживание.
Светодиоды A-H светятся	Указание на состояние в зависимости от применения.	Имеется возможность настройки.
Светодиод F1 / F2 светится	Нажата соответствующая кнопка	В зависимости от функции, запрограммированной на F1 / F2

## 2.5.3 Управление окном аварийных сообщений

Вы можете включить или отключить окно аварийной сигнализации либо через локальный дисплей, либо используя Easergy Pro:

- На локальном дисплее перейдите к **События > Авария**.
- В Easergy Pro, перейдите в меню **Главные > Конфигурация локальной панели**.

## 2.5.4 Доступ к рабочим уровням

1. На передней панели нажмите  и .
2. Ввести пароль из четырех цифр и нажать .

## 2.5.5 Регулировка контрастности ЖК-дисплея

Предварительное условие: ввести правильный пароль.

1. Нажать  и отрегулировать контрастность.
  - Чтобы повысить контрастность, нажать .
  - Чтобы уменьшить контрастность, нажать .
2. Чтобы вернуться в основное меню, нажать .

**Примечание** Жидкокристаллический дисплей имеет свойство менять контраст в зависимости от окружающей температуры. Дисплей может стать темным или не читаемым при низких температурах. Однако это никак не сказывается на работоспособности других функций.

## 2.5.6 Тестирование светодиодов и ЖК-экрана

Чтобы запустить тест светодиодов и ЖК-экрана:

1. Нажать .
2. Нажать .

## 2.5.7 Выборочное управление объектом

Предварительное условие: ввести правильный пароль и включить выборочное управление в окне настроек ОБЪЕКТЫ. Когда выборочное управление включено, операция управления потребует подтверждения (выбрать перед началом операции).

1. Нажать  чтобы включить коммутационный аппарат.
  - Еще раз нажать  для подтверждения.
  - нажать  для отмены
2. Нажать  чтобы отключить коммутационный аппарат.
  - Еще раз нажать  для подтверждения.
  - нажать  для отмены

## 2.5.8 Управление объектом без подтверждения

Предварительное условие: ввести правильный пароль и включить выборочное управление в окне настроек ОБЪЕКТЫ.  
 Когда прямое управление включено, операция управления выполняется без подтверждения.

1. Войдите в систему.
2. Нажать **I** чтобы включить коммутационный аппарат.
3. Нажать **O** чтобы отключить коммутационный аппарат.

## 2.5.9 Навигация в меню

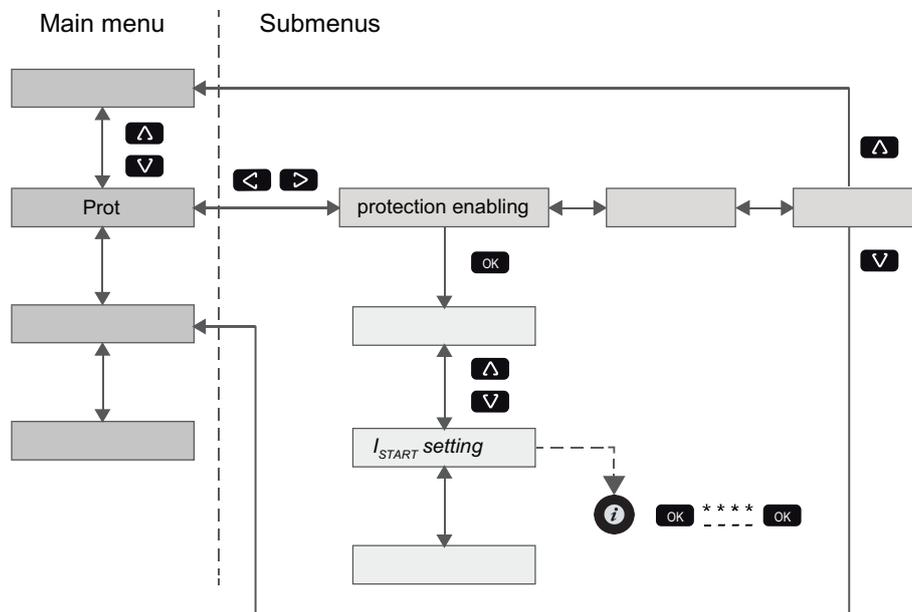


Рисунок 2.3: Перемещение в меню с использованием передней панели

- Чтобы перейти в основном меню, нажать **▲** или **▼**.
- Для перемещения в подменю нажмите **▶** или **◀**.
- В подменю нажмите **▲** or **▼** чтобы перейти к началу.
- Чтобы войти в подменю, нажать **OK** и использовать **▼** или **▲** для перемещения вниз или вверх в меню.
- Чтобы изменить значение параметра, нажмите **i** и **OK**. Введите четырехзначный пароль и нажмите **OK**.
- Чтобы вернуться в предыдущее меню, нажать **🏠**.
- Чтобы вернуться к первому элементу меню, удерживать **🏠** минимум три секунды.

**Примечание** Чтобы войти в режим редактирования параметров, введите пароль. Когда значение находится в режиме редактирования, его фон темный.

#### Сообщения локальной панели

Значение не редактируется: Значение не может быть изменено или пароль не указан

Управление отключено: Управление объектами в этом уровне доступа невозможно.

Изменение вызовет перезагрузку: Уведомление о том, что при изменении параметра реле перезагрузится

## 2.6

## Easergy Pro установка параметров настроек и инструмент настройки

### **⚠ Опасно**

#### **ОПАСНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ ТРАВМ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ, ВЗРЫВА ИЛИ ВСПЫШКИ ДУГИ**

Это оборудование должен обслуживать только квалифицированный персонал. Такая работа должна выполняться только после прочтения инструкций и проверки технических характеристик устройства.

**Несоблюдение этой инструкции приведет к смерти или серьезной травме.**

Easergy Pro это программное обеспечение конфигурирования реле Easergy Sepam P3. Имеется графический интерфейс в котором параметры настроек реле группируются в семь таблиц:

- Общие сведения
- Измерения
- Входы / выходы
- Защита
- Матрица
- Журнал
- Коммуникация

Содержимое вкладок зависит от типа реле и выбранного применения.

Easergy Pro сохраняет конфигурацию реле в файле настроек. Конфигурация каждого реле сохраняется в своем файле настроек. Конфигурации могут быть распечатаны и сохранены для последующего использования.

Для получения дополнительной информации см. Easergy Pro руководство пользователя.

### ***ПРИМЕЧАНИЕ***

#### **РИСК ОТКЛЮЧЕНИЯ СИСТЕМЫ**

После записи новых уставок или конфигураций в реле выполните проверку, что реле работает правильно с новыми настройками.

**Несоблюдение этих инструкций может привести к нежелательному отключению электроустановок.**

## 3

# Функции измерения

Easergy Sepam P3 имеет различные количества аналоговых входов в зависимости от типа реле. Непосредственно измеренные и рассчитанные величины для мониторинга параметров энергосистемы показаны в Таблице 3.1. См. Глава 2.2 Руководство по выбору.

Реле имеет два режима работы: фидер и двигатель. В режиме фидера вторичные токи пропорциональны значениям ТТ, тогда как в режиме двигателя все ступени защиты используют номинальные значения тока двигателя.

Масштабирование влияет на следующие функции:

- Ступени защиты
- Измерения
- Регистратор аварийных событий
- Расчет места повреждения

**Таблица 3.1: Функции измерения в SEPAM P3**

Спецификация измерений	P3U1020	P3U30	P3x3x	Диапазон измерений	Погрешность
Действующее значение фазного тока	■	■	■	$0.025-50 \times I_N$	$I \leq 1.5 \times I_N$ : $\pm 0.5$ % значения или $\pm 15$ mA $I > 1.5 \times I_N$ : $\pm 3$ % значения
Действующее значение тока замыкания на землю	■	■	■	$0.003-2 \times I_N$	$I \leq 1.5 \times I_{0N}$ : $\pm 0.3$ % значения или $\pm 0.2$ % для $I_{0N}$ $I > 1.5 \times I_{0N}$ : $\pm 3$ % значения
Действующее значение линейного напряжения	-	■	■	$0.005-1.7 \times U_N$	$\pm 0,5$ % или $\pm 0,3$ В
Действующее значение фазного напряжения	-	■	■	$0.005-1.7 \times U_N$	$\pm 0,5$ % или $\pm 0,3$ В
Действующее значение активной мощности (PF > 0.5)	-	■	■	$\pm 0.1-1.5 \times P_N$	$\pm 1$ % для диапазона $0.3-1.5 \times P_N$ $\pm 3$ % для диапазона $0.1-0.3 \times P_N$
Действующее значение реактивной мощности (PF > 0.5)	-	■	■	$\pm 0.1-1.5 \times Q_N$	$\pm 1$ % для диапазона $0.3-1.5 \times Q_N$ $\pm 3$ % для диапазона $0.1-0.3 \times Q_N$
Действующее значение полной мощности (PF > 0.5)	-	■	■	$\pm 0.1-1.5 \times S_N$	$\pm 1$ % для диапазона $0.3-1.5 \times S_N$ $\pm 3$ % для диапазона $0.1-0.3 \times S_N$
Частота	■	■	■	16 Hz-75 Hz	$\pm 10$ МГц
Частота основной гармоники тока	■	■	■	$0.025-50 \times I_N$	$I \leq 1.5 \times I_N$ : $\pm 0.5$ % значения или $\pm 15$ mA $I > 1.5 \times I_N$ : $\pm 3$ % значения
Частота основной гармоники напряжения	-	■	■	$0.005-1.7 \times U_N$	$\pm 0,5$ % или $\pm 0,3$ В
Частота основной гармоники активной, реактивной и полной величины мощности	-	■	■	$\pm 0.1-1.5 \times P_N$	$\pm 1$ % для диапазона $0.3-1.5 \times P_N$ $\pm 3$ % для диапазона $0.1-0.3 \times P_N$
Частота основной гармоники активной мощности	-	■	■	$\pm 0.1-1.5 \times Q_N$	$\pm 1$ % для диапазона $0.3-1.5 \times Q_N$ $\pm 3$ % для диапазона $0.1-0.3 \times Q_N$
Частота основной гармоники реактивной мощности	-	■	■	$\pm 0.1-1.5 \times S_N$	$\pm 1$ % для диапазона $0.3-1.5 \times S_N$ $\pm 3$ % для диапазона $0.1-0.3 \times S_N$

### 3 Функции измерения

Спецификация измерений	P3U1020	P3U30	P3x3x	Диапазон измерений	Погрешность
Фактор мощности	-	■	■	0.02-1	$\pm 2^\circ$ или $\pm 0.02$ для PF > 0.5
Активная энергия	-	■	■		$\pm 1\%$ для диапазона 0.3-1.5xEP <sub>N</sub>
Реактивная энергия	-	■	■		$\pm 1\%/1h$ для диапазона 0.3-1.5xEQ <sub>N</sub> $\pm 3\%/1h$ для диапазона 0.1-0.3xEQ <sub>N</sub>
Энергия, передаваемая импульсным выходом	-	■	■		$\pm 1\%/1h$ для диапазона 0.3-1.5xEP <sub>N</sub> $\pm 3\%/1h$ для диапазона 0.1-0.3xEP <sub>N</sub>
Потребляемые значения: фазные токи	■	■	■	0.025-50 x I <sub>N</sub>	I ≤ 1.5 x I <sub>N</sub> : $\pm 0.5\%$ значения или $\pm 15$ mA I > 1.5 x I <sub>N</sub> $\pm 3\%$ от значения
Потребляемое значение: активная мощность	-	■	■	$\pm 0.1-1.5$ x P <sub>N</sub>	$\pm 1\%$ для диапазона 0.3-1.5xP <sub>N</sub> $\pm 3\%$ для диапазона 0.1-0.3xP <sub>N</sub>
Потребляемое значение: реактивная мощность	-	■	■	$\pm 0.1-1.5$ x Q <sub>N</sub>	$\pm 1\%$ для диапазона 0.3-1.5xQ <sub>N</sub> $\pm 3\%$ для диапазона 0.1-0.3xQ <sub>N</sub>
Потребляемое значение: полная мощность	-	■	■	$\pm 0.1-1.5$ x S <sub>N</sub>	$\pm 1\%$ для диапазона 0.3-1.5xS <sub>N</sub> $\pm 3\%$ для диапазона 0.1-0.3xS <sub>N</sub>
Потребляемое значение: коэффициент мощности	-	■	■		$\pm 2^\circ$ или $\pm 0.02$ для PF > 0.5
Потребляемое мин. и макс. значения: фазные токи	■	■	■	0.025-50 x I <sub>N</sub>	I ≤ 1.5 x I <sub>N</sub> : $\pm 0.5\%$ значения или $\pm 15$ mA I > 1.5 x I <sub>N</sub> $\pm 3\%$ от значения
Потр. мин. и макс. значения: действующие значения фазных токов	■	■	■	0.025-50 x I <sub>N</sub>	I ≤ 1.5 x I <sub>N</sub> : $\pm 0.5\%$ значения или $\pm 15$ mA I > 1.5 x I <sub>N</sub> $\pm 3\%$ от значения
Мин. и макс. значения : активной, реактивной, полной мощности и коэффициент мощности	-	■	■		$\pm 1\%$ для диапазона 0.3-1.5xP <sub>N</sub> , Q <sub>N</sub> , S <sub>N</sub> $\pm 3\%$ для диапазона 0.1-0.3xP <sub>N</sub> , Q <sub>N</sub> , S <sub>N</sub>
Максимальные требуемые значения за последние 31 день и 12 месяцев: активная, реактивная, полная мощность	-	■	■		$\pm 1\%$ для диапазона 0.3-1.5xP <sub>N</sub> , Q <sub>N</sub> , S <sub>N</sub> $\pm 3\%$ для диапазона 0.1-0.3xP <sub>N</sub> , Q <sub>N</sub> , S <sub>N</sub>
Минимальные требуемые значения за последние 31 день и 12 месяцев: активная, реактивная мощность	-	■	■		$\pm 1\%$ для диапазона 0.3-1.5xP <sub>N</sub> , Q <sub>N</sub> , S <sub>N</sub> $\pm 3\%$ для диапазона 0.1-0.3xP <sub>N</sub> , Q <sub>N</sub> , S <sub>N</sub>
Максимальные и минимальные значения токов	■	■	■	0.025-50 x I <sub>N</sub>	I ≤ 1.5 x I <sub>N</sub> : $\pm 0.5\%$ значения или $\pm 15$ mA I > 1.5 x I <sub>N</sub> $\pm 3\%$ от значения
Максимальное и минимальное значения напряжений	-	■	■	0.005-1.7 x U <sub>N</sub>	$\pm 0,5\%$ или $\pm 0,3$ V
Максимальное и минимальное значения частоты	■	■	■	16 Hz-75 Hz	$\pm 10$ МГц
Максимальные и минимальные значения: активная, реактивная, полная мощность и коэффициент мощности	-	■	■	$\pm 0.1-1.5$ x P <sub>N</sub> , Q <sub>N</sub> , S <sub>N</sub>	$\pm 1\%$ для диапазона 0.3-1.5xP <sub>N</sub> , Q <sub>N</sub> , S <sub>N</sub> $\pm 3\%$ для диапазона 0.1-0.3xP <sub>N</sub> , Q <sub>N</sub> , S <sub>N</sub> $\pm 2^\circ$ или $\pm 0.02$ для PF > 0.5
Гармонические значения фазного тока и THD	■	■	■	2я-15я	
Гармонические значения напряжения и THD	-	■	■	2я-15я	
Провалы и скачки напряжения	-	■	■	0.005-1.7 x U <sub>N</sub>	$\pm 2^\circ$ или $\pm 0.02$ для PF > 0.5

ПРИМЕЧАНИЕ: Частота обновления дисплея дисплея составляет 0,2 с.

## 3.1 Масштабирование первичных, вторичных и относительных значений

Многие измеренные значения показаны как первичные величины, хотя реле подключено к вторичным сигналам. Некоторые значения измерений показаны как относительные значения - на единицу или в процентах. Почти все уставки пуска используют относительные единицы.

Максимальный ток замыкания в фазах и на землю имеет следующие параметры:

- **ТТ первичное** : первичное значение тока трансформатора тока
- **ТТ вторичное**: вторичное значение тока трансформатора тока
- **Номинальный вход**: номинальное значение входа фазного тока. От этого значения зависят термическая стойкость, нагрузка и импеданс. См. Таблица 9.11
- **Io1 ТТ первичное**: первичное значение трансформатора тока замыкания на землю
- **Io1 ТТ вторичное**: вторичное значение трансформатора тока замыкания на землю
- **Номинальный ток входа Io1**: выбираемый вход тока замыкания на землю с допустимыми входными параметрами. Выберите 5А или 1А в зависимости от того, какой вход Io1 используется. Термическая стойкость, нагрузка и импеданс зависят от этого значения. См. Таблица 9.11 для более детальной информации.

Рисунок 3.1: Окно установки масштабирования

Уравнения масштабирования представлены в Глава 3.1.2 Масштабирование тока и Глава 3.1.3 Масштабирование напряжения для аналогового модуля полезны при проведении тестирования.

### 3.1.1

## Режим адаптации частоты

Вы можете установить частоту системы в меню **Основные > Масштабирование** в Easergy Pro. См. Рисунок 3.1.

Доступны три режима адаптации частоты:

- **Ручной:** Когда установлен ручной режим режим адаптации частоты, вы можете установить частоту в поле **Адаптированная частота**, она не обновляется, даже если измеренная частота будет отличаться. Однако внутренний мониторинг реле контролирует частоту системы и адаптируется к новой частоте, даже если частота была установлена вручную.
- **Автоматически:** Частота сети автоматически обновляется каждые 45 секунд, когда реле измеряет напряжение. Поле **Адаптированная частота** обновляется, даже если оно было установлено ранее. Частота измеряется на основе измеренных сигналов напряжения, перечисленных в Таблице 3.2.

Таблица 3.2: Сигналы напряжения

Режим измерения напряжения	Напряжение	Канал напряжения
2LL+U <sub>0</sub> , 2LL+U <sub>0</sub> /LNy, 2LL+U <sub>0</sub> /LLy	U12, U23	U1, U2
3LN, 3LN+U <sub>0</sub> , 3LN/LNy, 3LN/LLy	UL1, UL2	U1, U2
LN+U <sub>0</sub> /y/z	UL1	U1
LL+U <sub>0</sub> /y/z	U12	U1

В реле P310 и P320 адаптация частоты осуществляется на основе измеренных токов.

- **Фиксировано:** Частота не обновляется на основе измеренного напряжения, а используется только установленное значение. Этот режим рекомендуется использовать для функции дифф. защиты линии.

### 3.1.2 Масштабирование тока

**Примечание** Номинальное значение токового входа реле, например 5 А или 1А, не оказывает никакого влияния на уравнения масштабирования, но определяет диапазон измерения и максимально допустимый длительный ток. См. Таблицу 9.11 для более детальной информации

#### Масштабирование первичных и вторичных значений

	Масштабирование тока
вторичный → первичный	$I_{PRI} = I_{SEC} \cdot \frac{CT_{PRI}}{CT_{SEC}}$
первичный → вторичный	$I_{SEC} = I_{PRI} \cdot \frac{CT_{SEC}}{CT_{PRI}}$

Для максимальной токовой защиты от замыкания на землю  $I_0$ , используйте соответствующие  $TT_{PRI}$  и  $TT_{SEC}$  значения. Для ступеней защиты от замыкания на землю с использованием вычисленных  $I_{0Calc}$  сигналов, используйте значения тока фазы для  $TT_{PRI}$  and  $CT_{SEC}$ .

#### Примеры:

1. **Пересчет вторичного тока в первичный**

Коэф. трансформации  $TT = 500 / 5$

Ток на входе реле составляет 4 А.

=> Первичный ток составляет  $I_{PRI} = 4 \times 500 / 5 = 400$  А

2. **Пересчет первичного тока в вторичный**

Коэф. трансформации  $TT = 500 / 5$

Реле показывает  $I_{PRI} = 400$  А

=> Величина тока подаваемого на токовый вход реле составляет  $I_{SEC} = 400 \times 5 / 500 = 4$  А

**Масштабирование относительных единиц [pu]**

Для фазных токов

1 pu = 1 x I<sub>MODE</sub> = 100 %, где

I<sub>MODE</sub> номинальный ток в соответствии с режимом. См. Глава 1.5 Сокращения и термины

Для токов замыканий на землю

1 pu = 1 x CT<sub>SEC</sub> для вторичной стороны и 1 pu = 1 x CT<sub>PRI</sub> для первичной стороны.

	Масштабирование фазных токов	Масштабирование тока замыкания на землю (3I <sub>0</sub> )
Втор. величина → в отн. ед.	$I_{PU} = \frac{I_{SEC} \cdot CT_{PRI}}{CT_{SEC} \cdot I_{MODE}}$	$I_{PU} = \frac{I_{SEC}}{CT_{SEC}}$
Отн. ед. → втор. величина	$I_{SEC} = I_{PU} \cdot CT_{SEC} \cdot \frac{I_{MODE}}{CT_{PRI}}$	$I_{SEC} = I_{PU} \cdot CT_{SEC}$

**Примеры:****1. Пересчет вторичного тока в относительные единицы**

$$CT = 750 / 5$$

Ток, поданный на вход реле составляет 7 А.

Ток в относительных единицах составляет I<sub>PU</sub> = 7 / 5 = 1,4 pu = 140 %

**2. Пересчет вторичного тока в относительные единицы для фазных токов**

$$TT = 750/5$$

$$I_N \text{ или } I_{MOT} = 525 \text{ А}$$

Ток, поданный на вход реле составляет 7 А.

Ток в относительных единицах I<sub>PU</sub> = 7 x 750 / (5 x 525) = 2.00 pu = 2.00 x (I<sub>N</sub> или I<sub>MOT</sub>) = 200 %

**3. Пересчет относительных единиц в вторичный ток**

$$CT = 750 / 5$$

Значение уставки в реле относительных единицах 2 pu = 200 %.

Вторичный ток составляет I<sub>SEC</sub> = 2 x 5 = 10 А

4. **Пересчет относительных единиц в вторичный ток для фазных токов**  
 $CT = 750 / 5$   
 $I_N$  или  $I_{MOT} = 525 \text{ A}$   
Значение установленных в реле относительных единиц  $2 \times (I_N$  или  $I_{MOT}) = 2 pu = 200 \%$ .  
Вторичный ток составляет  $I_{SEC} = 2 \times 5 \times 525 / 750 = 7 \text{ A}$
5. **Пересчет вторичного тока в относительные единицы для тока замыкания на землю**  
Вход  $I_0$ .  
 $TT_0 = 50 / 1$   
Ток, поданный на вход реле составляет  $30 \text{ mA}$ .  
Относительная величина тока составляет  $I_{PU} = 0,03 / 1 = 0,03 pu = 3 \%$
6. **Пересчет вторичного тока в относительные единицы для тока замыкания на землю**  
Вход  $I_0$ .  
 $CT_0 = 50 / 1$   
Значение уставки в реле относительных единицах  $0,03 pu = 3 \%$ .  
Вторичный ток составляет  $I_{SEC} = 0,03 \times 1 = 30 \text{ mA}$
7. **Пересчет вторичного тока в относительные единицы для тока замыкания на землю**  
Вход  $I_{0Calc}$ .  
 $CT = 750 / 5$   
Токи, поданные на вход реле  $I_{L1}$  вход составляет  $0,5 \text{ A}$ .  
 $I_{L2} = I_{L3} = 0$ .  
Ток в относительных единицах составляет  $I_{PU} = 0,5 / 5 = 0,1 pu = 10 \%$
8. **Пересчет вторичного тока в относительные единицы для тока замыкания на землю**  
Вход  $I_{0Calc}$ .  
 $CT = 750 / 5$   
Значение уставки в реле относительных единицах  $0,1 pu = 10 \%$ .  
Если  $I_{L2} = I_{L3} = 0$ , тогда вторичный ток на  $I_{L1}$  составляет  $I_{SEC} = 0,1 \times 5 = 0,5 \text{ A}$

### 3.1.3 Масштабирование напряжения для аналогового модуля

**Примечание** Масштабирование трансформатора напряжения основано на линейных напряжениях во всех режимах измерения напряжения.

#### Первичное/вторичное масштабирование напряжений

	Масштабирование линейного напряжения	
	Режим измерения напряжения = "2LL+U <sub>0</sub> "	Режим измерения напряжения = "3LN"
вторичный → первичный	$U_{PRI} = U_{SEC} \cdot \frac{VT_{PRI}}{VT_{SEC}}$	$U_{PRI} = \sqrt{3} \cdot U_{SEC} \cdot \frac{VT_{PRI}}{VT_{SEC}}$
первичный → вторичный	$U_{SEC} = U_{PRI} \cdot \frac{VT_{SEC}}{VT_{PRI}}$	$U_{SEC} = \frac{U_{PRI}}{\sqrt{3}} \cdot \frac{VT_{SEC}}{VT_{PRI}}$

#### Пример

- Пересчет вторичного напряжения в первичное. Режим измерения напряжения "2LL+U<sub>0</sub>"**  
 VT = 12000/110  
 Напряжение, подключенное к входу реле U<sub>A</sub> или U<sub>B</sub> 100 V.  
 => Первичное напряжение составляет U<sub>PRI</sub> = 100x12000/110 = 10909 В.
- Пересчет вторичного напряжения в первичное. Режим измерения напряжения "3LN"**  
 VT = 12000/110  
 Трехфазные симметричные напряжения, подключенные к входам реле U<sub>A</sub>, U<sub>B</sub> и U<sub>C</sub> равны 57.7 V.  
 => В относительных единицах первичное напряжение составляет U<sub>PRI</sub> = 58x12000/110 = 10902 В
- Пересчет первичного напряжения в вторичное. Режим измерения напряжения "2LL+U<sub>0</sub>"**  
 VT = 12000/110  
 Величина напряжения, отображаемая на дисплее реле U<sub>PRI</sub> = 10910 В.  
 => Вторичное напряжение составляет U<sub>SEC</sub> = 10910x110/12000 = 100 В

---

4. Пересчет первичного напряжения в вторичное. Режим измерения напряжения "3LN<sup>3</sup>"

$$VT = 12000/110$$

Величины напряжений, отображаемых на дисплее реле  $U_{12} = U_{23} = U_{31} = 10910$  В.

=> Симметричные вторичные напряжения на входах  $U_A$ ,  $U_B$  и  $U_C$  составляют  $U_{SEC} = 10910/110 \times 12000 = 57,7$  В.

### Масштабирование напряжений в относительных единицах [pu]

Относительная единица = 1 pu =  $1 \times U_N = 100\%$ , где  $U_N$  = номинальное напряжение ТН.

	Масштабирование линейного напряжения	
	Режим измерения напряжения = "2LL+U <sub>0</sub> ", "1LL+U <sub>0</sub> /LLy", "2LL/LLy", "LL/LLy/LLz"	Режим измерения напряжения = "3LN"
Втор. величина → в отн. ед.	$U_{PU} = \frac{U_{SEC}}{VT_{SEC}} \cdot \frac{VT_{PRI}}{U_N}$	$U_{PU} = \sqrt{3} \cdot \frac{U_{SEC}}{VT_{SEC}} \cdot \frac{VT_{PRI}}{U_N}$
Относит. ед. → вторичное	$U_{SEC} = U_{PU} \cdot VT_{SEC} \cdot \frac{U_N}{VT_{PRI}}$	$U_{SEC} = U_{PU} \cdot \frac{VT_{SEC}}{\sqrt{3}} \cdot \frac{U_N}{VT_{PRI}}$

#### Пример

- Пересчет вторичного напряжения в относительные единицы. Режим измерения напряжения "2LL+U<sub>0</sub>"**  
 $VT = 12000/110$   
 Напряжение, подключенное к входу реле  $U_A$  или  $U_B$  is 110 V.  
 => Напряжение в относительных единицах составляет  $U_{PU} = 110/110 = 1,00 \text{ pu} = 1.00 \times U_N = 100\%$
- Пересчет вторичного напряжения в относительные единицы. Режим измерения напряжения "3LN"**  
 $VT = 12000/110$   
 Три симметричных фазных напряжения, подключенных к входам реле  $U_A$ ,  $U_B$  и  $U_C$  равны 63.5 V => Напряжение в относительных единицах составляет  $U_{PU} = 63,5/110 \times 12000/11000 = 1,00 \text{ pu} = 1,00 \times U_N = 100\%$
- Пересчет напряжения в относительных единицах в вторичное напряжение. Режимом измерения напряжения является "2LL+U<sub>0</sub>"**  
 $VT = 12000/110$   
 Величина в относительных единицах, отображаемая на дисплее реле 1,00 pu = 100 %.  
 => Вторичное напряжение составляет  $U_{SEC} = 1,00 \times 110 \times 11000/12000 = 100,8 \text{ В}$

4. Пересчет напряжения в относительных единицах в вторичное напряжение. Режимом измерения напряжения является "3LN"

$$VT = 12000/110 \quad 3$$

$$U_N = 11000 \text{ V}$$

Величина в относительных единицах, отображаемая на дисплее реле  $1,00 \text{ pu} = 100 \%$ .

=> Три симметричных фазных напряжений, подключенных к входам реле  $U_A, U_B$  и  $U_C$  равны

$$U_{SEC} = 1,00 \times 110 / \quad \times 11000 / 12000 = 58,2 \text{ В}$$

### Масштабирование напряжения нулевой последовательности в относительных единицах

	Напряжения смещения нейтрали ( $U_0$ ) масштабирование	
	Режим измерения напряжения = "2LL+ $U_0$ ", "1LL+ $U_0$ /LLy"	Режим измерения напряжения = "3LN"
Втор. величина → в отн. ед.	$U_{PU} = \frac{U_{SEC}}{U_{0SEC}}$	$U_{PU} = \frac{1}{VT_{SEC}} \cdot \frac{ \bar{U}_a + \bar{U}_b + \bar{U}_c _{SEC}}{\sqrt{3}}$
Отн. ед. → вторичное	$U_{SEC} = U_{PU} \cdot U_{0SEC}$	$ \bar{U}_a + \bar{U}_b + \bar{U}_c _{SEC} = \sqrt{3} \cdot U_{PU} \cdot VT_{SEC}$

#### Пример

- Пересчет вторичного напряжения в относительные единицы. Режим измерения напряжения "2LL+ $U_0$ "**

$U_{0SEC} = 110$  В (Это значение конфигурации, соответствующее  $U_0$  при полном замыкании на землю).

Напряжение, подключенное к входу реле  $U_C$  22 В.

=> Напряжение в относительных единицах составляет  $U_{PU} = 22/110 = 0,20$  pu = 20 %
- Пересчет вторичного напряжения в относительные единицы. Режим измерения напряжения "3LN"**

$VT = 12000/110$

Напряжение, подключенное к входу реле  $U_A$  38.1 В, в то время как  $U_A = U_B = 0$ .

=> Напряжение в относительных единицах составляет  $U_{PU} = (38,1+0+0)/(12000/110) = 0,20$  pu = 20 %
- Пересчет напряжения в относительных единицах в вторичное напряжение. Режимом измерения напряжения является "2LL+ $U_0$ "**

$U_{0SEC} = 110$  В (Это значение конфигурации, соответствующее  $U_0$  при полном замыкании на землю).

Величина напряжения в относительных единицах, отображаемая на дисплее реле  $U_0 = 20$  %.

=> Вторичное напряжение на входе  $U_C$  составляет  $U_{SEC} = 0,20 \times 110 = 22$  В

4. Пересчет напряжения в относительных единицах в вторичное напряжение. Режимом измерения напряжения является "3LN"

$$VT = 12000/110$$

Величина напряжения в относительных единицах, отображаемая на дисплее реле  $U_0 = 20 \%$ .

=> Если  $U_B = U_C = 0$ , тогда вторичные напряжения на  $U_A$  составляет

$$USEC = 0.2 \times 110 = 38.1 \text{ V}$$

## 3.2 Измерения для функций защиты

Реле использует измеренное действующее (или RMS, среднеквадратичное) значение для ступеней защиты, если не указано иное в описании ступени защиты.

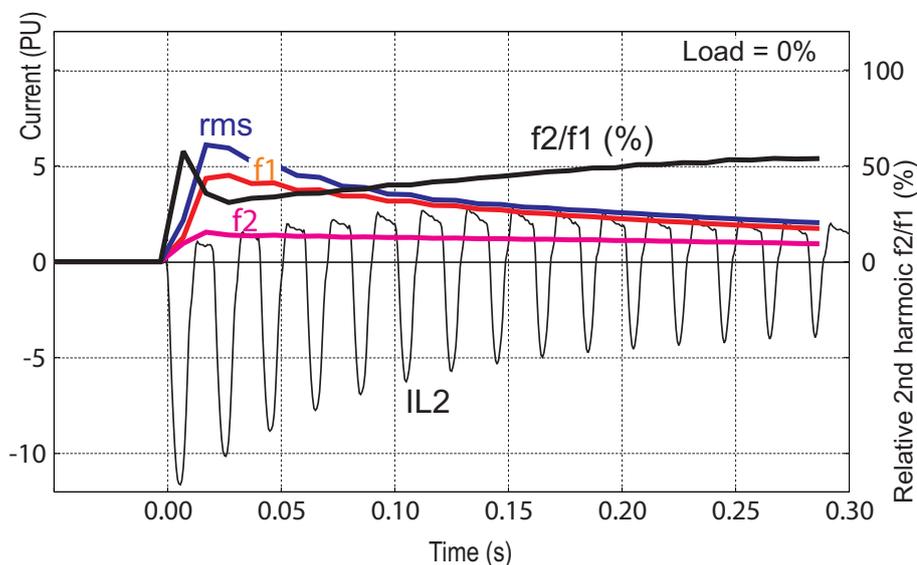


Рисунок 3.2: Пример изменения тока и соответствующие этому току величины RMS,  $f_1$ ,  $f_2$  и  $f_2/f_1(\%)$  при броске тока в трансформаторе

Все прямые измерения и большинство функций защиты основаны на значениях 1-й гармоники.

Рисунок 3.2 показывает кривую изменения тока и соответствующую ей основную частотную составляющую первой гармоники  $f_1$ , второй гармоники  $f_2$  и действующего значения RMS в особых случаях, когда форма тока значительно отличается от чистой синусоиды.

## 3.3 RMS значения (Действующие значения)

### RMS токи

Реле вычисляет значение RMS каждого фазного тока. Минимальные и максимальные значения RMS записываются и сохраняются (см. Глава 3.6 Минимальное и максимальное значения).

$$I_{RMS} = \sqrt{I_{f1}^2 + I_{f2}^2 + \dots + I_{f15}^2}$$

### RMS напряжения

Реле вычисляет RMS значение каждого входа напряжения. Минимальные и максимальные значения RMS записываются и сохраняются (см. Глава 3.6 Минимальное и максимальное значения).

$$U_{RMS} = \sqrt{U_{f1}^2 + U_{f2}^2 + \dots + U_{f15}^2}$$

## 3.4 Гармоники и общее гармоническое искажение (THD).

Реле вычисляет общие гармонические искажения THD (другое название - "коэффициент гармонических искажений") в процентах от значений тока или напряжения 1-й гармоники. Реле вычисляет гармоники от 2-й до 15-й фазных токов и напряжений. (Компонент 17-й гармоники также частично показан в значении компонента 15-й гармоники. Это связано с характером цифровой выборки.)

Гармоническое искажение рассчитывается

$$THD = \frac{\sqrt{\sum_{i=2}^{15} f_i^2}}{h_1} \quad \begin{array}{l} f_1 = \text{Основное значение (1-я гармоника)} \\ f_{2-15} = \text{Высшие гармоники} \end{array}$$

### Пример

$$f_1 = 100 \text{ A}, \quad f_3 = 10 \text{ A}, \quad f_7 = 3 \text{ A}, \quad f_{11} = 8 \text{ A}$$

$$THD = \frac{\sqrt{10^2 + 3^2 + 8^2}}{100} = 13.2\%$$

Для справки RMS значение составляет

$$RMS = \sqrt{100^2 + 10^2 + 3^2 + 8^2} = 100.9 \text{ A}$$

Другой способ расчета THD - вычисление отношения среднеквадратического напряжения гармоник сигнала (кроме

первой) к среднеквадратичному напряжению всех гармоник сигнала, а не к напряжению 1-й гармоники. В приведенном выше примере результатом будет 13.0 %.

## 3.5 Значения нагрузки потребителей

Реле вычисляет средние значения нагрузки потребителя, такие как значения фазных токов нагрузки  $I_{L1}$ ,  $I_{L2}$ ,  $I_{L3}$  и значения мощности нагрузки  $S$ ,  $P$  и  $Q$ . Время запроса устанавливается от 10 до 60 минут в настройках «Время по требованию»,.

Рисунок 3.3: Значения нагрузки потребителей

Таблица 3.3: Параметры нагрузки

Значение параметра	Параметр	Единица	Описание	Set
Время	10 – 30	мин	Время опроса (время усреднения)	Set
<b>Значения 1-й гармоники параметров нагрузки</b>				
IL1da		A	Ток фазы IL1	
IL2da		A	Ток фазы IL2	
IL3da		A	Ток фазы IL3	
Pda		кВт	Активная мощность P	
PFda			Кэффициент мощности PF	
Qda		kvar	Реактивная мощность Q	
Sda		кВА	Полная мощность S	
<b>RMS значения (Действующие значения)</b>				
IL1RMSda		A	Действующее значение тока фазы IL1	
IL2RMSda		A	Действующее значение тока фазы IL2	
IL3RMSda		A	Действующее значение тока фазы IL3	
Prmsda		кВт	Действующее значение активной мощности P	
Qrmsda		kvar	Действующее значение реактивной мощности Q	
Srmsda		кВА	Действующее значение полной мощности S	

Set = редактируемый параметр (требуется пароль).

## 3.6 Минимальные и максимальные значения

Минимальные и максимальные значения регистрируются с отметками времени с момента последней ручной очистки или с момента перезапуска реле. Доступные зарегистрированные значения перечислены в Таблица 3.4.

The screenshot displays a web interface for configuring measurement parameters. At the top, under the heading 'Current Minimums and Maximums', there are two dropdown menus: 'Clear min & max' (set to '-') and 'DI to clear min & max' (set to 'DI2'). Below this, the 'IL1 MIN/MAX' section shows two rows of data. The first row is for the 'Minimum of IL1', with a value of '0' A and a timestamp of '2017-04-07 03:24:59'. The second row is for the 'Maximum of IL1', also with a value of '0' A and the same timestamp.

Рисунок 3.4: Минимальное и максимальное значения

Таблица 3.4: Минимальные и максимальные значения измерений

Мин. & Макс. измерение	Описание
IL1, IL2, IL3	ток фазы, значение 1-й гармоники
IL1RMS, IL2RMS, IL3RMS	Ток фазы, действующее значение
$I_0$	Ток замыкания на землю, значение 1-й гармоники
$U_A, U_B, U_C, U_D$	Напряжение, значение 1-й гармоники
$U_{ARMS}, U_{BRMS}, U_{CRMS}, U_{DRMS}$	Фазное напряжение, действующее значение
U12, U23, U31	Линейное напряжение
$U_0$	Напряжение нулевой последовательности, значение 1-й гармоники
f	Частота
P, Q, S	Активная, реактивная, полная мощность
IL1da, IL2da, IL3da	Фазные токи нагрузки
IL1da, IL2da, IL3da (действующее значение)	Фазные токи нагрузки, действующее значение
PFda	Значение коэффициента мощности
P.F.	Коэффициент мощности

Параметр очистки "ClrМакс." является общим для всех этих значений.

**Таблица 3.5: Параметры**

Значение параметра	Параметр	Описание	Set
ClrMax	-; Очистка	Сбросить все минимальные и максимальные значения	Set

Set = редактируемый параметр (требуется пароль).

## 3.7 Максимальные значения за последние 31 день и 12 месяцев

Максимальные и минимальные значения последних 31 дня и последних 12 месяцев хранятся в энергонезависимой памяти реле. Соответствующие отметки времени хранятся в течение последних 31 дня. Зарегистрированные значения перечислены в Таблице 3.6.

**Month max**

Timebase for maximums:  ↻

Reset 31 days max:

Reset month max:

---

**PAST 31 DAYS**

Measurement	Date	Time of day
0	2017-04-12	22:44:39
0	2017-04-12	22:44:39
0	2017-04-12	22:44:39
0.00	2017-04-12	22:44:39

Description	Measurement	Date	Time of day
Pmax	0	2017-04-12	22:44:39
Pmin	0	2017-04-12	22:44:39
Qmax	0	2017-04-12	22:44:39
Qmin	0	2017-04-12	22:44:39
Smax	0	2017-04-12	22:44:39

---

**PAST 12 MONTHS**

Month	Year	IL1max	IL2max	IL3max	lomax	Pmax	Pmin	Qmax	Qmin	Smax
JANUARY	2017	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0
FEBRUARY	2017	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0
MARCH	2017	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0
APRIL	2017	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0
MAY	2016	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0
JUNE	2016	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0
JULY	2016	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0
AUGUST	2016	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0
SEPTEMBER	2016	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0
OCTOBER	2016	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0
NOVEMBER	2016	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0
DECEMBER	2016	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0

Рисунок 3.5: Прошедшие 31 день и 12 месяцев максимальные / минимальные значения можно просмотреть в меню «месяц максимум».

**Таблица 3.6: Максимальные зарегистрированные значения за последние 31 день и 12 месяцев**

12 месяцев Измерения	Макс.	min	Описание	31 день	12 месяцев
IL1, IL2, IL3	X		Фазный ток (значение 1-й гармоники)		
Io	X		Ток замыкания на землю		
S	X		Полная мощность	X	X
P	X	X	Активная мощность	X	X
Q	X	X	Реактивная мощность	X	X

Отсчетное время может быть от одного цикла до одной минуты. В качестве отметки времени может использоваться также значение отсчетного времени, и его значение может быть установлено в пределах от 10 до 60 минут. Значения нагрузки находится в окне просмотра меню «ИЗМЕРЕНИЯ».

**Таблица 3.7: Параметры дневных и месячных журналов**

Значение параметра	Параметр	Описание	Set
Временная база		Параметр для выбора типа зарегистрированных значений	Set
	20 мс	Собирает мин & максимальное значение одного цикла (*)	
	200 мс	Собирает Мин. & Макс. средние значения за 200 мс	
	1 с	Собирает Мин. & Макс. усредн. значения за 1 сек.	
	1 минута	Собирает Мин. & Макс. усредненные значения за 1 минуту	
	Запрос	Собирает мин & макс значения нагрузки (Глава 3.5 Значения нагрузки потребителей)	
ResetDays		Сброс 31-дневных журналов	Set
ResetMon		Сброс 12-месячных журналов	Set

Set = редактируемый параметр (требуется пароль).

(\*) Это значение RMS 1-й гармоники одного цикла, обновляемое каждые 20 мс.

# 3.8 Направление тока и мощности

Рисунок 3.6 показана концепция понятия направленности трехфазового тока, с указанием знаков +/-  $\cos\varphi$  и коэффициента мощности PF (абсолютная величина равна  $\cos\varphi$ , 'IND' обозначает индуктивный т.е. отстающий ток, а 'CAP' обозначает емкостной, т.е. опережающий ток). Рисунок 3.7 показывает то же самое, но в PQ-координатах.

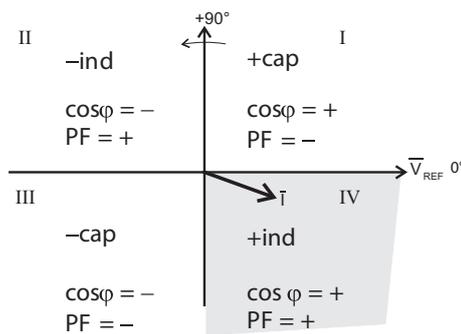


Рисунок 3.6: Квадранты векторов напряжения/тока

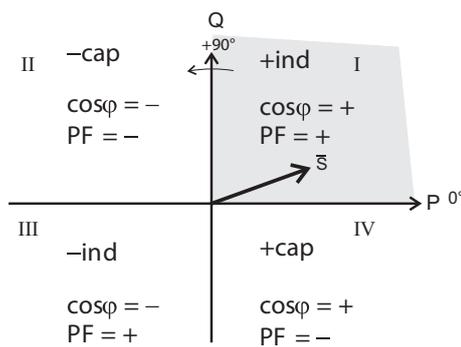


Рисунок 3.7: Квадранты векторов мощности

- I: Положительное направление мощности. Емкостной ток опережает напряжение.
- II: Обратное направление мощности. Индуктивный ток опережает напряжение
- III: Обратное направление мощности. Емкостной ток отстает от напряжения
- IV: Положительное направление мощности. Индуктивный ток отстает от напряжения

- I: Положительное направление мощности. Индуктивный ток отстает от напряжения
- II: Обратное направление мощности. Емкостной ток отстает от напряжения
- III: Обратное направление мощности. Индуктивный ток опережает напряжение
- IV: Положительное направление мощности. Емкостной ток опережает напряжение.

Таблица 3.8: Квадранты мощности

---

Квадрант мощности	Ток по отношению к напряжению	Направление мощности	cosφ	Коэффициент мощности PF
+ индуктивный	Отстающий	Положительный	+	+
+ емкостный	Опережающий	Положительный	+	-
- индуктивный	Опережающий	Отрицательный	-	+
- емкостная	Отстающий	Отрицательный	-	-

## 3.9 Симметричные составляющие

В трехфазной системе напряжения и токи фаз могут быть представлены в виде суммы трех симметричных составляющих.

- Прямая последовательность 1
- Обратная последовательность 2
- Нулевая последовательность 0

Симметричные составляющие рассчитываются в соответствии с уравнением:

$$\begin{bmatrix} \underline{S}_0 \\ \underline{S}_1 \\ \underline{S}_2 \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & \underline{a} & \underline{a}^2 \\ 1 & \underline{a}^2 & \underline{a} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \underline{S}_A \\ \underline{S}_B \\ \underline{S}_C \end{bmatrix}$$

$\underline{S}_0$  = значение составляющей нулевой последовательности

$\underline{S}_1$  = значение составляющей прямой последовательности

$\underline{S}_2$  = значение составляющей обратной последовательности

$$\underline{a} = 1 \angle 120^\circ = -\frac{1}{2} + j \frac{\sqrt{3}}{2}, \text{ фазный множитель}$$

$\underline{S}_A$  = вектор тока или напряжения фазы А (L1)

$\underline{S}_B$  = вектор тока или напряжения фазы В (L2)

$\underline{S}_C$  = вектор тока или напряжения фазы С (L3)

## 4 Функции управления

### 4.1 Дискретные выходы

Дискретные выходы называются также управляющими выходами, сигнальными выходами и выходами самоконтроля. Контактотключения может управляться с использованием матрицы выходного реле или логической функции. Предусмотрено принудительное управление дискретными выходами. Чтобы использовать принудительное управление, вы должны включить его в окне настройки **Выходные реле**.

Любой внутренний сигнал может быть подключен к дискретным выходам в окне настройки «OUTPUT MATRIX». Дискретный выход может быть сконфигурирован с удержанием или без удержания.

Подключения дискретных выходов настраиваются или через ПО Easergy Pro или через меню реле. Горизонтальные и вертикальные линии представляют собой выходы. Там, где горизонтальные и вертикальные линии выходов пересекутся, соединение между соответствующими выходами изменяется в следующей последовательности:

Положение контакта можно проверить в меню «OUTPUT MATRIX» и «RELAYS». Дискретный выход может быть сконфигурирован как с удержанием, так и без удержания. Сработанные контакты реле возвращаются в исходное состояние или кнопкой «Ввод» на передней панели реле или сбросом через ПО Easergy Pro

Силовые контакты и сигнальные контакты отличаются отключающей способностью постоянного тока. Большинство контактов выходных реле это простые контакты (**SPST**), нормально открытые (НО), кроме выходного сигнального реле A1, которое имеет перекидные контакты (**SPDT**).

#### Матрица программирования

1. Соединено (простая точка)
2. Соединено с удержанием (точка в круге)
3. Не соединено (точка пересечения линий не обозначена)

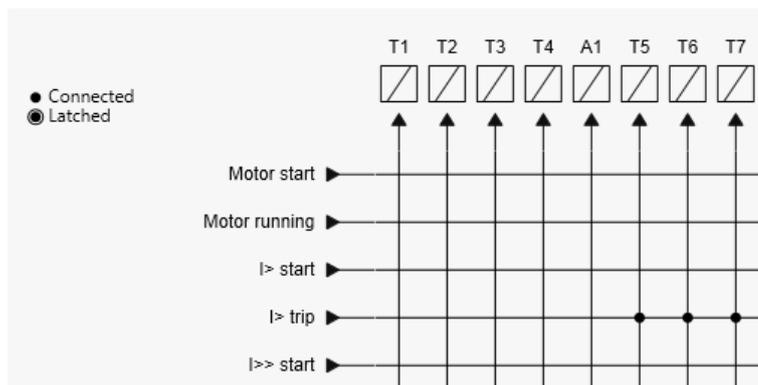


Рисунок 4.1: Контакты отключения могут быть подключены к ступеням защиты или другому аналогичному сигналу в меню «МАТРИЦА ВЫХОДОВ»

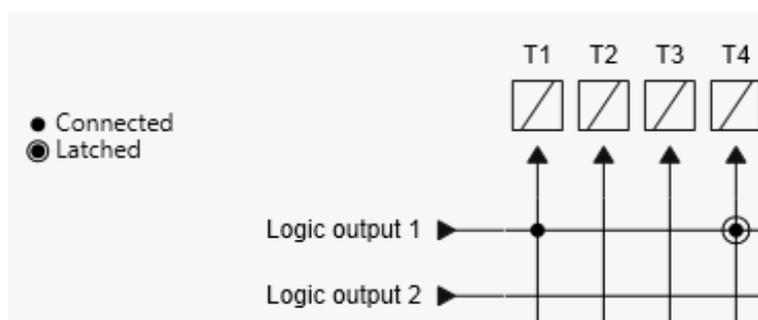


Рисунок 4.2: Контакты отключения могут быть подключены непосредственно к выходам логических операторов

**Примечание** Логические выходы назначаются автоматически в «МАТРИЦЕ ВЫХОДОВ» при построении логики.

Состояние отключающих реле можно просмотреть или назначить режим принудительного управления в окне настройки «**RELAYS**».

**RELAYS**

Trip relay 1

Trip relay 2

Force flag

Рисунок 4.3: Окно настройки «**RELAYS**» (**ВЫХОДНЫЕ РЕЛЕ**)

Выходы платы питания не отображаются в окне настройки "Конфигурация выходных реле"

Таблица 4.1: Параметры дискретных выходов

Значение параметра	Параметр	Единица	Описание	Примечание
T1 – T7	0 1		Состояние выходного реле отключения	F
A1	0 1		Состояние выходного реле сигнализации	F

Значение параметра	Параметр	Единица	Описание	Примечание
SF	0 1		Состояние реле SF. В Easergy Pro, он называется «Выход контроля состояния»,	F
Принуждение	Вкл Откл		Флаг "Force" для перевода дискретного выхода в режим тестирования.	Set
<b>Имена выходных реле (редактируются только с помощью Easergy Pro )</b>				
Описание	Строка макс. 32 знаков		Имена для дискретных выходов в Easergy Pro. По умолчанию	Set

F = Редактируемый, когда флажок принуждения включен. Set = Редактируемый параметр (необходим пароль).

## 4.2 Дискретные входы

Дискретные входы доступны для целей управления.

Нормально открытое (НО) или нормально закрытое (НЗ) состояние дискретного входа, а также установка времени задержки активации входа, если это необходимо для выбранного применения, устанавливается с передней панели реле или через ПО Easergy Pro.

Дискретные входы могут использоваться во многих операциях. Состояние входа можно проверить в окнах настройки **"Матрица выходов"** и **"Дискретные выходы"**. Дискретные входы позволяют изменять группы функций, блокировку /включение / выключение функций, программировать логику, указывать состояние объекта и т.д.

Дискретные входы активируются подачей внешнего управляющего напряжения (переменного или постоянного тока). Дискретные входы активируются после превышения порогового напряжения активации. Деактивация следует, когда напряжение падает ниже порогового предела.

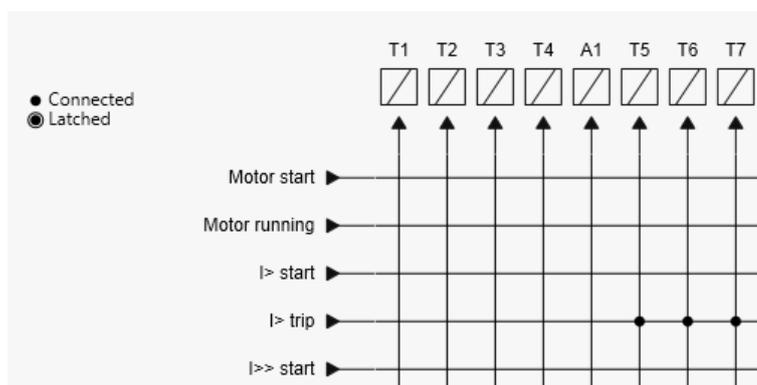


Рисунок 4.4: Дискретные входы могут быть подключены, с удержанием или без удержания, к выходным реле или к другим функциям с аналогичными целями в окне настроек **"Матрица выходов"**.

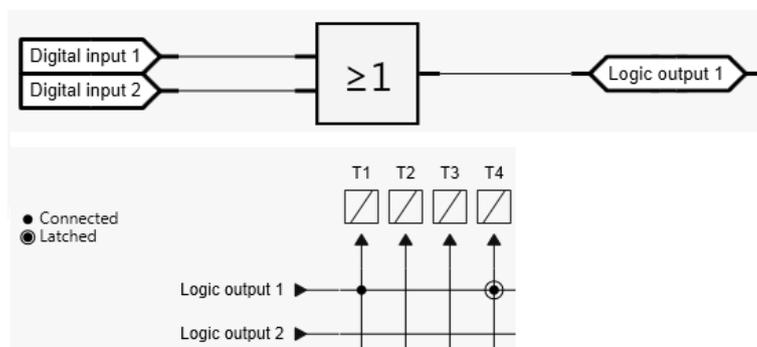


Рисунок 4.5: Дискретные входы могут быть подключены, с удержанием или без удержания, непосредственно на входы / выходы логических операторов.

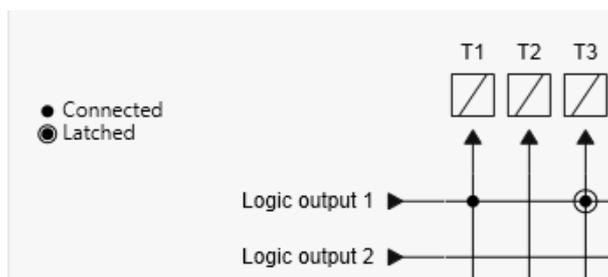


Рисунок 4.6: Дискретные входы могут быть просмотрены, им могут присваиваться имена и выбираться состояние входа НО или НЗ в окне настроек "Дискретные входы".

Если входы активируются с помощью переменного напряжения, должен быть выбран режим переменного тока.

Вся необходимая информация о дискретных входах может быть найдена в том же меню "Дискретные входы". Дискретные входы для включения / выключения событий и аварийных сигналов (высвечиваться на экране) могут быть введены или выведены из работы в окне настроек "Дискретные входы". Индивидуальные счетчики операций расположены в одном и том же окне.

Тексты с надписью и описанием могут быть отредактированы с помощью Easergy Pro по требованию. Ярлыки - это короткие имена параметров, используемые на локальной панели, а описания - более длинные имена, используемые Easergy Pro.

Задержка Дискретного входа определяет задержку активации и деактивации входа. Рисунок 4.7 показывает, как ведет себя дискретный вход, когда время задержки установлена на 1 секунду.

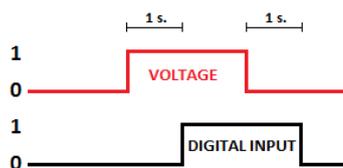


Рисунок 4.7: Поведение дискретных входов при времени задержки установленной на 1 секунду.

Таблица 4.2: Параметры дискретных входов

Значение параметра	Параметр	Единица	Описание	Примечание
Режим	пост. ток, пер. ток		Напряжение, используемое дискретными входами.	Set
Вход	DI1 – DI16		Номер дискретного входа.	
Состояние	0, 1		Состояние дискретного входа	
Инверсия	НО НЗ		Для нормальных открытых контактов (НО). Активный порог 0 > 1 Для нормальных замкнутых контактов (НЗ) активация 1 > 0	Set
Задержка	0,00 – 60,00	с	Задержка на включение и выключение	Set
Событие вкл.	Вкл		При активации входа появление события возможно	Set
	Откл		При активации входа появление события не возможно	
Событие откл.	Вкл		При не активированном входе появление события возможно	Set
	Откл		ри не активированном входе появление события не возможно	
Аварийные сообщения	нет		Нет сообщений на дисплее	Set
	да		Сообщение на дисплее появляется при активации входа	
Счетчики	0 – 65535		Счетчик активации входа с накоплением	(Set)
<b>Имена для дискретных входов (редактируемые только с помощью Easergy Pro )</b>				
Метка	Строка макс. 10 символов		Сокращенное имя для дискретного входа на локальном дисплее Значение по умолчанию - «DI1 - DIx». x - максимальное количество дискретных входов.	Set
Описание	Строка макс. 32 знаков		Длинное название для DI. По умолчанию "Дискретный вход 1 – Дискретный вход x". x – максимальное количество дискретных входов.	Set

Set = редактируемый параметр (требуется пароль).

## 4.3 Виртуальные входы и выходы

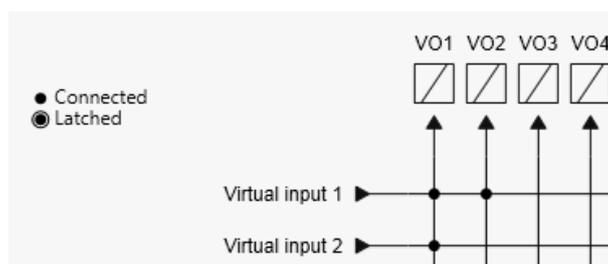
Существуют виртуальные входы и виртуальные выходы, которые во многих местах могут использоваться как их аппаратные эквиваленты, за исключением того, что они находятся в памяти реле. Виртуальные входы действуют как обычные дискретные входы. Состояние виртуального входа может быть изменено через локальный дисплей, шину связи и Easergy Pro. Например, группы настроек можно изменить с помощью виртуальных входов.

Виртуальные входы могут использоваться во многих операциях. Состояние входа можно проверить в окнах настроек "**Матрица выходов**" и "**Виртуальные входы**". Статус также отображается на локальном мимическом дисплее, если он выбран. Виртуальные входы могут быть выбраны для управления с помощью функциональных кнопок F1 и F2, локальном мимическом дисплее или просто с помощью меню виртуального ввода. Виртуальные входы имеют аналогичные функции, такие же как дискретные входы: они позволяют изменять группы, блокировать / включать / отключать функции, программировать логику и т.д.

Задержка активации и сброса входа составляет приблизительно 5 мс.

**Таблица 4.3: Виртуальный вход и выход**

Количество входов	20
Количество выходов	20
Время активации / Сброс	< 5 мс



**Рисунок 4.8: Виртуальные входы и выходы могут использоваться для многих целей в окне настроек "**Матрица выходов**".**

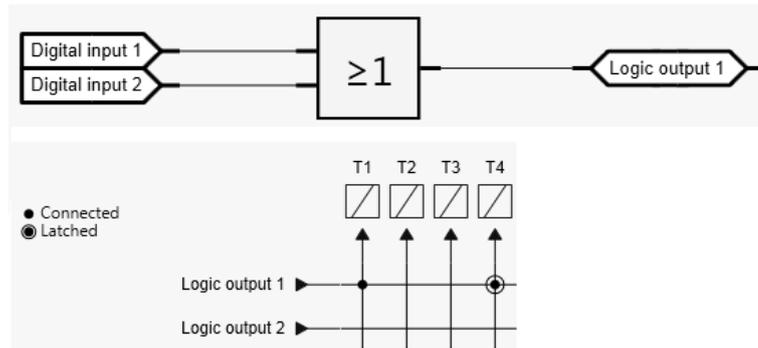


Рисунок 4.9: Виртуальные входы и выходы можно назначать, с удержанием или без удержания, напрямую на входы / выходы или логические операторы.

## Виртуальный вход

Виртуальные входы можно увидеть, назвать и управлять в **Виртуальные входы** настройки.

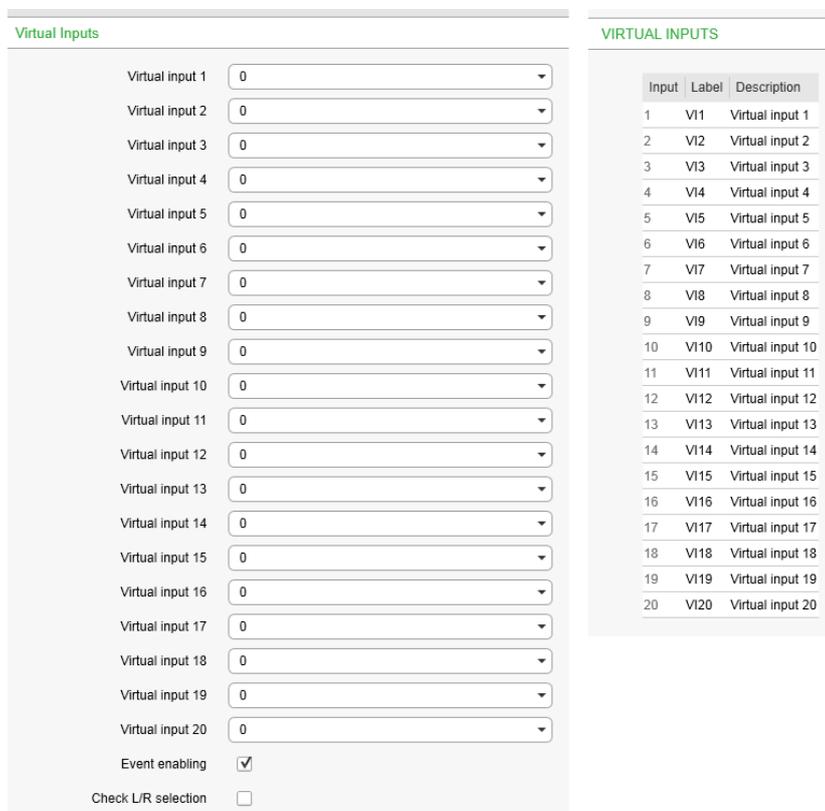


Рисунок 4.10: "Виртуальные входы" - окно настроек

Таблица 4.4: Параметры виртуальных входов

Значение параметра	Параметр	Единица	Описание	Set
VI1-VI20	0 1		Состояние виртуального входа	
События	Вкл Откл		События активированы	Set
<b>ИМЕНА для ВИРТУАЛЬНЫХ ВХОДОВ (редактируется только с помощью Easergy Pro )</b>				
Метка	Строка макс. 10 символов		Короткое название для виртуальных входов на локальном дисплее По умолчанию "VIn", n = 1–20	Set
Описание	Строка макс. 32 знаков		Полное название для виртуальных входов. По умолчанию "Виртуальный ввод n", n = 1–20	Set

Set = редактируемый параметр (требуется пароль).

## Виртуальный выход

В Easergy Pro, окно настроек "Виртуального выходы" расположено в меню "Входы/Выходы".

Рисунок 4.11: "Виртуального выходы" - окно настроек

Таблица 4.5: Параметры виртуальных выходов

Значение параметра	Параметр	Единица	Описание	Set
VO1-VO20	0 1		Состояние виртуального выхода	F
События	Вкл Откл		События активированы	Set
<b>ИМЕНА для ВИРТУАЛЬНЫЕ ВЫХОДЫ (редактируемые с помощью Easergy Pro только)</b>				
Метка	Строка макс. 10 символов		Короткое название для VO на локальном дисплее По умолчанию "VOn", n=1-20	Set
Описание	Строка макс. 32 знаков		Длинное название для VO. По умолчанию "Виртуальный выход n", n=1-20	Set

Set = Редактируемый параметр (необходим пароль). F = Редактируем, когда флаг принуждения вкл.

## 4.4 Матрица

Реле имеет несколько матриц, которые используются для конфигурирования реле:

- **Матрица выходов**  
используется для соединения сигналов ступеней защиты, дискретных входов, виртуальных входов, функциональных кнопок, управления объектами, логического выхода, внутренних аварийных сигналов реле, сигналов GOOSE и сигналов фиксации выходов на выходы, триггерного входа регистратора помех и виртуальных выходов
- **Матрица блокирования**  
используется для блокировки ступеней защиты
- **Матрица блокирования объектов**  
используется для блокирования управления объектом
- **Матрица АПВ**  
используется для управления автоматическим повторным включением

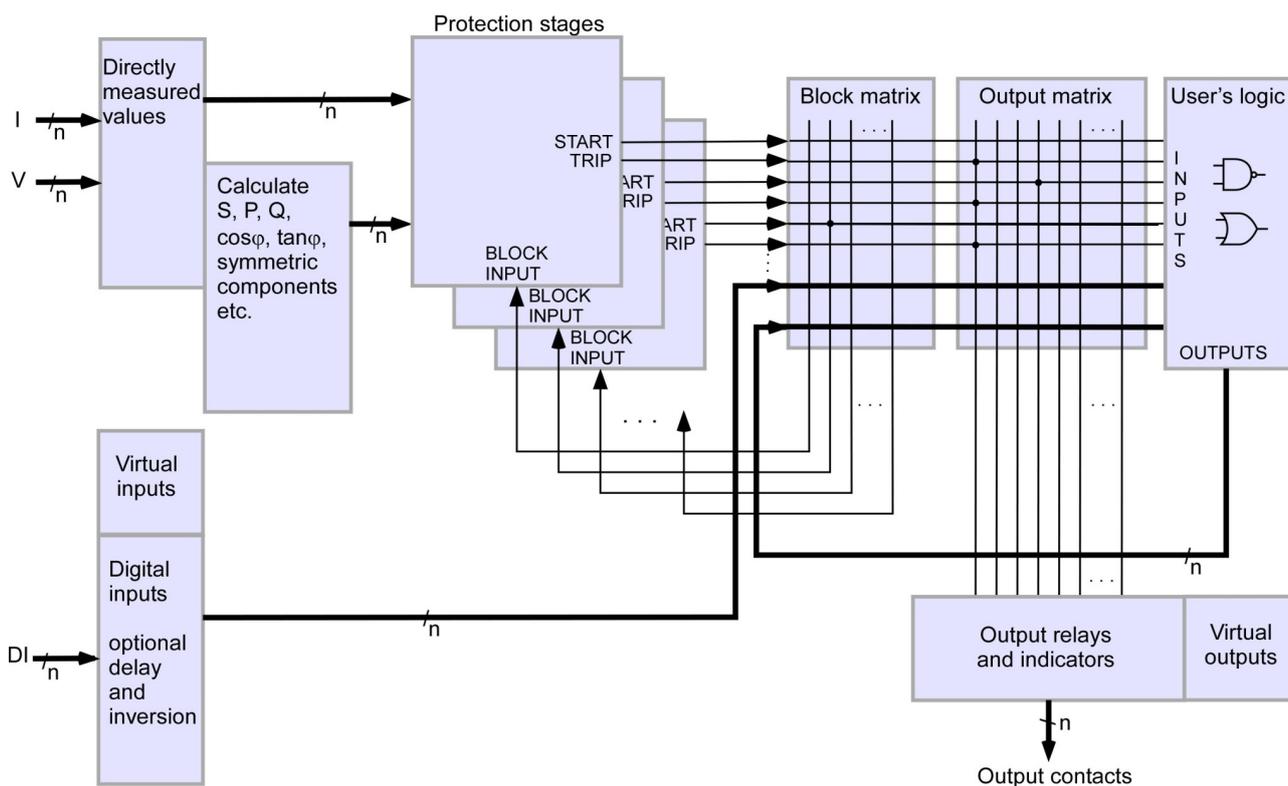


Рисунок 4.12: Матрица блокирования и матрица выходов

## 4.4.1

**Матрица выходов**

В матрице выходов выходные сигналы различных ступеней защиты, дискретных входов, логических выходов и других внутренних сигналов могут быть подключены к дискретным выходам, виртуальным выходам и так далее.

Существуют светодиодные индикаторы общего назначения - «А», «В», «С» - «Н» - доступны для индикации на дисплее на передней панели. Их использование определяется в отдельной МАТРИЦЕ ВЫХОДОВ.

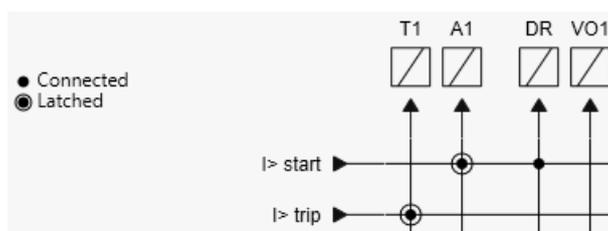
Для клавиш F1 и F2 выделены два светодиодных индикатора. Запуск регистратора аварийных событий (DR) и виртуальных выходов настраивается в матрице выходов.

Светодиодные индикаторы или дискретные выходы может быть сконфигурирован как с удержанием, так и без удержания.

Реле без удержания повторяет состояние управляющего сигнала. Реле с удержанием остается сработанным (становится на самоподхват) и после исчезновения управляющего сигнала.

Существует общий сигнал «снять удержание для всех», чтобы вернуть в исходное состояние все реле, находящиеся на удержании. Этот сигнал возвращает в исходное состояние все находящиеся на удержании дискретные выходы и индикаторы.

Сигнал сброса может быть задан через дискретный вход, через переднюю панель или удаленно по каналу связи. Глава 4.5 Сброс удержаний описывает процедуру сброса удержаний.



*Рисунок 4.13: Реле аварийного отключения и сигнализации вместе с виртуальными выходами можно назначать в матрице выходов. В матрице выходов также производится автоматический запуск регистратора аварийных событий.*

## 4.4.2 Матрица блокирования

С помощью матрицы блокирования можно заблокировать работу любой ступени защиты. Сигнал блокировки может исходить от дискретных входов или это может быть сигнал пуска или отключающий сигнал ступени защиты или выходной сигнал из программируемой логики пользователя. в Рисунок 4.12, на активацию блокировки указывает черная точка (•) в точке пересечения блокирующего сигнала и сигнала, который должен быть заблокирован.

Максимальное количество ступеней, которые могут быть заблокированы, равно 32.

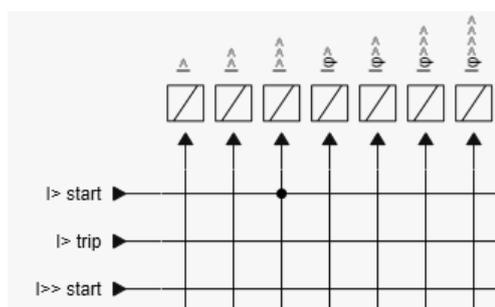


Рисунок 4.14: Все защиты могут быть заблокированы в матрице блокирования.

Статус блокировки становится видимым только при активации ступени.

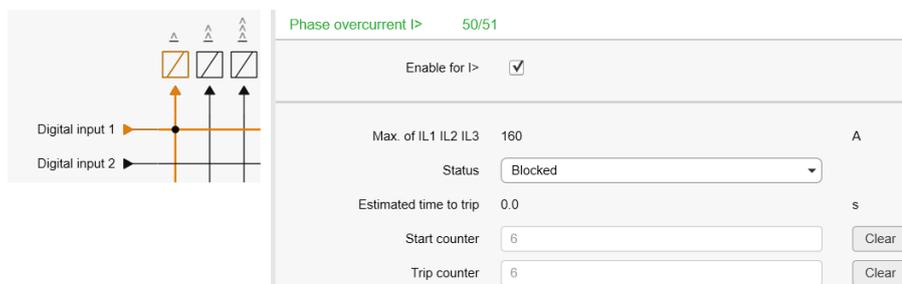


Рисунок 4.15: На примере видно, что дискретный вход 1 блокирует ступень токовой защиты "I>" (левый рисунок) и результат для I> когда дискретный вход 1 активен, а ток превышает уставку ступени.

**ПРИМЕЧАНИЕ****РИСК ЛОЖНЫХ ОТКЛЮЧЕНИЙ**

- Матрица блокирования динамически управляется путем выбора или отмены выбора ступеней защиты.
- В первую очередь активируется ступень защиты, затем настройки сохраняются в реле. После этого нужно обновить матрицу блокирования, прежде чем конфигурировать ее.

**Несоблюдение этих инструкций может привести к нежелательному отключению электроустановок.**

**4.4.3****Матрица блокирования объектов**

Матрица блокирования объектов используется для связывания дискретных входов, виртуальных входов, функциональных кнопок, выходов ступеней защиты, статусов объектов, логических выходов, сигналов тревоги и сигналов GOOSE для запрета управления объектом, то есть выключателей, разъединителей и заземляющих разъединителей.

Типичными сигналами для блокирования управления таких объектов, как автоматический выключатель, являются активация ступени защиты, состояния других объектов, блокировка, выполненная с помощью логических или GOOSE-сигналов. Все эти и другие сигналы связываются с объектами через матрицу блокирования объектов.

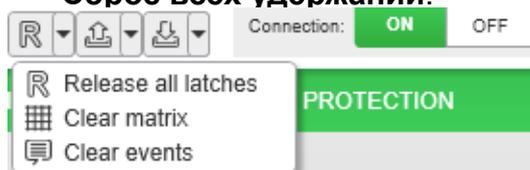
**4.4.4****Матрица АПВ**

Матрица АПВ используется для связывания дискретных входов, виртуальных входов, выходов ступеней защиты, статусов объектов, логических выходов, сигналов тревоги и сигналов GOOSE для управления автоматическим повторным выключением (АПВ). Для получения дополнительной информации см. Глава 5.31 Функция автоматического повторного включения АПВ (ANSI 79) .

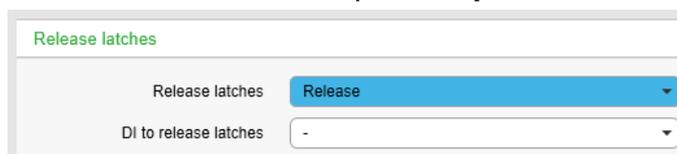
## 4.5 Сброс удержаний

### 4.5.1 Для сброса удержаний используется Easergy Pro

1. Подключить Easergy Pro к реле.
2. Из панели инструментов Easergy Pro выберите **Сброс > Сброс всех удержаний**.



Или открыть меню **ОБЩАЯ > СБРОС УДЕРЖАНИЙ** и ПОТОМ в падающем меню выбрать **Сброс**.



### 4.5.2 Сброс удержаний используя кнопки передней панели

Предварительное условие: ввести правильный пароль.

1. Нажать .
2. Нажать .
3. Выбрать "Сброс" (Release) и нажать .

Все удержания сброшены.

### 4.5.3 Сброс удержаний кнопками F1 или F2

Вы можете использовать функциональные кнопки F1 или F2 для сброса всех удержаний после настройки этой функции в Easergy Pro.

Чтобы настроить F1 для сброса удержаний:

1. В Easergy Pro, перейти в меню **"ВХОДЫ/ВЫХОДЫ" > "ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ КНОПКИ"**.
2. Для F1, выбрать F1 из выпадающего меню **"Выбранное управление"**.

FUNCTION BUTTONS			
Button	State	Selected control	Selected Object
F1	0	F1	-
F2	0	VI2	-

3. Пререйти в **ОБЩАЯ > СБРОС УДЕРЖАНИЙ**.
4. Выберите F1 из меню **DI СБРОС УДЕРЖАНИЙ** в выпадающем меню.
5. Установите задержки 1 с для **импульса сброса удержаний**.

RELEASE LATCHES	
Release latches	-
DI to release latches	F1
Latch release signal pulse	1.00 s

После этого, нажав кнопку F1 на передней панели реле, сбросьте все удержания.

**Примечание** Сигнал сброса удержания может быть активирован только если активирован выход удержания.

## 4.6 Управляемые объекты

Реле позволяет управлять шестью объектами, таких, как автоматические выключатели, разъединители и заземляющие разъединители, по принципу «выбор перед выполнением операции» или «прямое управление».

Матрица блокирования объектов и логические функции можно использовать для конфигурирования взаимной блокировки для безопасного управления перед выдачей выходного импульса. Объекты 1–6 доступны для управления, в то время как для объектов 7 – 8 доступен только просмотр их состояния.

Управление возможно следующими способами:

- посредством кнопок управления объектом
- через переднюю панель и дисплей с использованием мнемохемы
- посредством функциональной кнопки
- посредством дискретного входа
- удаленно через каналы связи
- через программное обеспечение Easergy Pro п
- через Web server
- через Smart APP

Соединение объекта с конкретными выходами осуществляется через Матрицу выходов (объекты 1 - 6 с выходом на отключение, объекты 1 - 6 с выходом на включение). Существует также выходной сигнал «Неисправность объекта», который активируется, если управление объектом не выполнено.

### Состояние объекта

Каждый объект имеет следующие состояния:

Параметр	Параметр	Описание
Состояние объекта	Неопределенный (00)	Фактическое состояние объекта
	Отключено	
	Включено	
	Неопределенный (11)	

### Основные настройки для управляемых объектов

Каждый управляемый объект имеет следующие настройки:

Параметр	Параметр	Описание
Дискр. вх. для'объект отключен'	Нет, любой дискретный вход, виртуальный вход или виртуальный выход	Информация: Отключено
Дискр. вх. для'объект включен'		Информация: Включено
Дискр. вх. для'объект готов'		Информация: Готов
Макс. длительность импульса управления	0,02 – 600 с	Длительность импульса для команд включения и отключения. Длина управляющего импульса ограничена моментом, когда объект меняет свое состояние
Время задержки	0,02 – 600 с	Время ожидания индикации готовности
Управление объектом	Отключить/Включить	Прямое управление объектом

Если изменение состояний занимает больше времени, заданного параметром «Макс. длительность импульса управления», формируется матричный сигнал «Неисправность объекта». Кроме того, генерируется событие "неопределено". «Время ожидания индикации готовности» используется только для индикации готовности. Если дискретный вход для приема сигнала готовности объекта назначен, применение параметра «Время ожидания индикации готовности» не имеет смысла.

### Выходные сигналы управляемых объектов

Каждый управляемый объект имеет 2 управляющих сигнала в матрице:

Выходной сигнал	Описание
Отключить объект x	Управляющий сигнал отключения для объекта
Включить объект x	Управляющий сигнал включения для объекта

Эти сигналы посылают управляющий импульс, когда объект управляется дискретным входом, удаленной шиной, автоматическим повторным включением и т.д.

### Настройки только для объектов с доступом просмотра их состояния

Такие объекты имеют следующие настройки:

Параметр	Значение параметра	Описание
Дискр. вх. для'объект отключен'	Нет, любой дискретный вход, виртуальный вход или виртуальный выход	Информация: Отключено
Дискр. вх. для'объект включен'		Информация: Включено
Задержка объекта	0,02 – 600 с	Задержка изменений состояния

Если изменение состояний занимает больше времени, заданного параметром «Задержка объекта», формируется матричный сигнал «Неисправность объекта». Кроме того, генерируется событие "неопределено".

## 4.6.1 Управление объектами дискретными входами

Объекты могут управляться дискретными входами, виртуальными входами или виртуальными выходами. Для каждого управляемого объекта есть четыре параметра:

Параметр	Активно
Дискретный вход дист. управления вкл./откл.	Режим дистанционного управления
Дискретный вход местного управления вкл./откл.	Режим местного управления

Если реле находится в состоянии местного управления, входы дистанционного управления игнорируются и наоборот. Объект управляется передним фронтом импульса, поступившего на выбранный вход. Длина входного импульса должна быть не менее 60 мс.

## 4.6.2 Выбор местное/дистанционное

В местном режиме дискретные выходы могут управляться с передней панели, но управлять ими через дистанционный последовательный интерфейс обмена данными невозможно. В дистанционном режиме дискретные выходы не могут управляться с передней панели, но ими можно управлять через дистанционный последовательный интерфейс обмена данными. Местный или дистанционный режим выбирается с передней панели или через выбранный дискретный вход. Дискретный вход обычно используется для перевода всей станции в режим местного или дистанционного управления. Выбор дискретного входа Мест./Дист. выполняется в меню «Объекты» Easergy Pro

## 4.6.3

## Управление объектами с помощью кнопок I и O

Реле имеет специальные кнопки управления для объектов. (I) означает включение объекта и (O) означает отключение объекта. Кнопки управления конфигурируются в окне настроек "ОБЪЕКТЫ".

**Таблица 4.6: Параметры функциональных кнопок**

Значение параметра	Параметр	Единица	Описание	Set
Не управляемый Объект 1 – 6	- Obj1 – Obj6		<p>Кнопка  включает выбранный объект, если пароль активирован</p> <p>Кнопка  отключает выбранный объект, если пароль активирован</p>	Set
Режим для кнопок управления	Выборочный Прямой		<p>Операция управления требует подтверждения (выберите перед началом работы)</p> <p>Операция управления проводится без подтверждения</p>	

## 4.6.4 Управление объектами с помощью F1 и F2

Объекты могут управляться с помощью F1 и F2.

По умолчанию кнопки F1 и F2 сконфигурированы для управления; кнопки F1 и F2, могут быть перенастроены в будущем для назначения управления объектами. Выбор функций F1 и F2 производится с помощью программного обеспечения Easergy Pro в меню «Функциональные кнопки».

**Таблица 4.7: Параметры F1 и F2**

Значение параметра	Параметр	Состояние	Длина импульса *	Описание
F1	F1, V1-V20, Упр.Объ.	0,1	0-600 с	<b>F1</b> управляет параметрами F1, вирт вых. V1-V20 или Упр.Объ. Когда выбрано Упр.Объ., нужно связать управление кнопкой F1 с соответствующим объектом в окне настроек "ОБЪЕКТЫ" (управление включением или отключением)
F2	F2, V1-V20, Упр.Объ.	0,1	0-600 с	<b>F2</b> управляет параметрами F1, вирт вых. V1-V20 и Упр.Объ. Когда выбрано Упр.Объ., нужно связать управление кнопкой F1 с соответствующим объектом в окне настроек "ОБЪЕКТЫ" (управление включением или отключением)

\* Залержка импульса применяется только к значениям F1 и F2

**FUNCTION BUTTONS**

Button	State	Selected control	Selected Object
F1	0	F1	-
F2	0	F2	-

**CTRL OBJECT 2**

Label(Obj2)

Obj2 state

Obj2 final trip by

DI for 'obj open'

DI for 'obj closed'

DI for 'obj ready'

Max ctrl pulse length  s

Completion timeout  s

Object 2 control

DI for remote open ctr

DI for remote close ctr

DI for local open ctr

DI for local close ctr

Inactivity days limit

*Рисунок 4.16: Окно настройки функций вкл/откл для кнопок управления*

Выбранный объект и управление показаны в меню Easergy Pro "Входы / выходы" > "Функциональные кнопки". Если не выбран ни один объект с местным управлением, отображается

«-». Если выбрано несколько местных элементов управления для одной кнопки появляется символ «?».

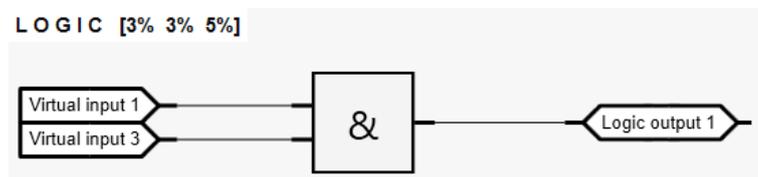
## 4.7 Логические функции

Реле поддерживает запрограммированную пользователем логику для логических сигналов. Конфигурируемая пользователем логика использоваться для создания дополнительной логики в случае, если это не предусмотрено в реле по умолчанию. Вы можете просмотреть и модифицировать логику в окне настроек **Общая > Логика** в ПО Easergy Pro .

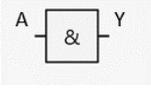
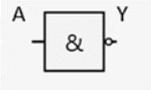
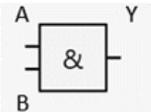
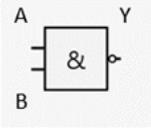
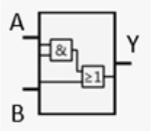
**Таблица 4.8: Доступные логические функции и использование их памяти**

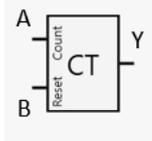
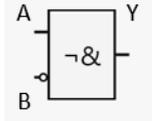
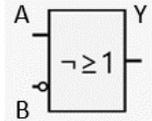
Логические функции	Кол-во зарезервированных входов	Макс кол-во входных логический элементов	Макс кол-во выходных логический элементов
AND	1	32 (Входной логический элемент может иметь любое количество входов).	20
OR	1		
XOR	1		
AND+OR	2		
CT (счет+сброс)	2		
INVAND	2		
INVOR	2		
OR+AND	2		
RS (установка+сброс)	2		
RS_D (установка+D+нагрузка+сброс)	4		

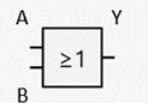
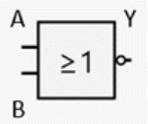
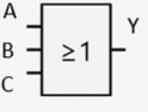
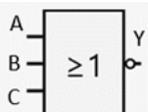
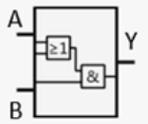
Расходуемая память динамически отображается в окне конфигурации в процентах. Первое значение указывает на потребление памяти входами, второе значение - потребление памяти элементов логики, а третье - потребление памяти выходов. Логика работоспособна пока потребление памяти входов, блоков или выходов остается в сумме ниже или равно 100%.

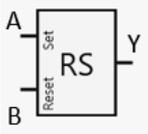
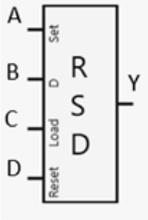
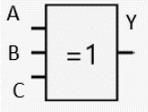


*Рисунок 4.17: Потребление логики и памяти*

Элемент логики	Обозначение	Таблица истинности																		
AND		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Вход</th> <th>Выход</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th></th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td></td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Вход		Выход	A		Y	0		0	1		1						
	Вход		Выход																	
	A		Y																	
	0		0																	
1		1																		
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Вход</th> <th>Выход</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th></th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td></td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td></td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Вход		Выход	A		Y	0		1	1		0							
Вход		Выход																		
A		Y																		
0		1																		
1		0																		
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Вход</th> <th>Выход</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Вход		Выход	A	B	Y	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	
Вход		Выход																		
A	B	Y																		
0	0	0																		
1	1	1																		
1	0	0																		
0	1	0																		
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Вход</th> <th>Выход</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Вход		Выход	A	B	Y	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	
Вход		Выход																		
A	B	Y																		
0	0	1																		
1	1	0																		
1	0	1																		
0	1	1																		
AND+OR		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Вход</th> <th>Выход</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Вход		Выход	A	B	Y	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1
Вход		Выход																		
A	B	Y																		
0	0	0																		
1	1	1																		
1	0	1																		
0	1	1																		

Элемент логики	Обозначение	Таблица истинности																												
СТ (счет+сброс)		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Вход</th> <th colspan="2">Выход</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>Y</th> <th>Y</th> </tr> <tr> <th>Контр</th> <th>Сброс</th> <th>Уставки</th> <th>Новый</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td></td> <td>3</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td></td> <td>3</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td></td> <td>3</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1</td> <td>3</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Вход		Выход		A	B	Y	Y	Контр	Сброс	Уставки	Новый	1		3	0	1		3	0	1		3	1		1	3	0
Вход		Выход																												
A	B	Y	Y																											
Контр	Сброс	Уставки	Новый																											
1		3	0																											
1		3	0																											
1		3	1																											
	1	3	0																											
INVAND		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Вход</th> <th>Выход</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Вход		Выход	A	B	Y	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0										
Вход		Выход																												
A	B	Y																												
0	0	0																												
1	0	1																												
1	1	0																												
0	1	0																												
INOR		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Вход</th> <th>Выход</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Вход		Выход	A	B	Y	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0										
Вход		Выход																												
A	B	Y																												
0	0	1																												
1	1	1																												
1	0	1																												
0	1	0																												

Элемент логики	Обозначение	Таблица истинности																											
OR		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Вход</th> <th>Выход</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Вход		Выход	A	B	Y	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1									
	Вход		Выход																										
	A	B	Y																										
	0	0	0																										
1	1	1																											
1	0	1																											
0	1	1																											
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Вход</th> <th>Выход</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Вход		Выход	A	B	Y	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0										
Вход		Выход																											
A	B	Y																											
0	0	1																											
1	1	0																											
1	0	0																											
0	1	0																											
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Вход</th> <th>Выход</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Вход			Выход	A	B	C	Y	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1
Вход			Выход																										
A	B	C	Y																										
0	0	0	0																										
1	0	0	1																										
1	1	0	1																										
0	1	0	1																										
1	1	1	1																										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Вход</th> <th>Выход</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Вход			Выход	A	B	C	Y	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0
Вход			Выход																										
A	B	C	Y																										
0	0	0	1																										
1	0	0	0																										
1	1	0	0																										
0	1	0	0																										
1	1	1	0																										
OR+AND		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Вход</th> <th>Выход</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Вход		Выход	A	B	Y	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0									
Вход		Выход																											
A	B	Y																											
0	0	0																											
1	1	1																											
1	0	0																											
0	1	0																											

Элемент логики	Обозначение	Таблица истинности																																								
RS (установка+сброс)		<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Set</td> <td>Сброс</td> <td>Y</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	A	B	Y	Set	Сброс	Y	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0																						
A	B	Y																																								
Set	Сброс	Y																																								
1	0	1																																								
1	1	0																																								
0	0	0																																								
0	1	0																																								
RS_D (установка+D+нагрузка+сброс)		<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Set</td> <td>D-выход</td> <td>Загрузка</td> <td>Сброс</td> <td>Y</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0-1-0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	A	B	C	D	Y	Set	D-выход	Загрузка	Сброс	Y	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0-1-0	0	1	0	0	0	0	1					
A	B	C	D	Y																																						
Set	D-выход	Загрузка	Сброс	Y																																						
1	0	0	0	0																																						
1	0	0	1	0																																						
0	1	0	0	0																																						
0	1	0-1-0	0	1																																						
0	0	0	0	1																																						
XOR		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Вход</th> <th>Выход</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>A</th> <th>C</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Вход			Выход	A	A	C	Y	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1
Вход			Выход																																							
A	A	C	Y																																							
0	0	0	0																																							
0	0	1	1																																							
0	1	0	1																																							
0	1	1	0																																							
1	0	0	1																																							
1	0	1	0																																							
1	1	0	0																																							
1	1	1	1																																							

## 4.8 Передняя панель

Easergy Sepam P3U10, P3U20 and P3U30 имеет один ЖК-матричный дисплей.

Все главные меню расположены с левой стороны и для входа в определенное подменю перемещаются вверх и вниз по основному меню.

I> STATUS	50/51	▶
Runh	Status	-
TIMR	TripTime	0.0s
DI	SCntr	0
DO	TCntr	0
Prot	SetGrp	1
I>	SGrp1DI	-
AR	SGrp2DI	-

Рисунок 4.18: Главное меню расположено в левой части дисплея.

### 4.8.1 Мнемонический дисплей

Easergy Sepam P3U10, P3U20 and P3U30 по умолчанию включен дисплей мнемосхемы. Мнемосхема может быть изменена в зависимости от конфигурации пользователя или отключена, если не нужна. Мнемический дисплей можно настроить только с помощью Easergy Pro программного обеспечения. Мнемосхема не может быть изменен с передней панели реле

Вы можете изменить мнемосхему в меню **Мнемосхема** которая находится в **Меню устройства**. Меню мнемосхемы должно быть включено в меню **Конфигурация передней панели**. Мнемасхему нельзя включить или отключить с передней панели реле.

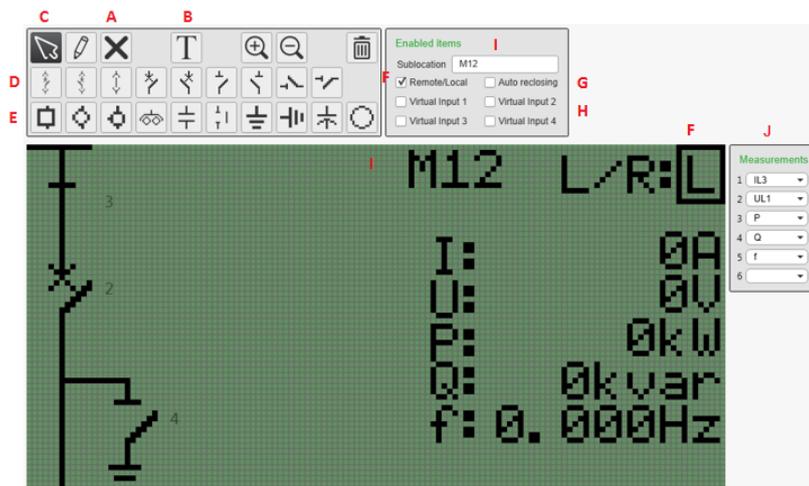


Рисунок 4.19: Окно настройки меню Мнемосхем

- A) Чтобы удалить объект или рисунок, сначала выберите пустой квадрат (В) мышкой. Затем наведите на объект мышью. Цвет объекта объекта становится красным. Чтобы очистить всю мнемосхему, нажмите на пустую область.
- B) Текстовый редактор
- C) Чтобы переместить существующий рисунок или объект, наведите на него мышью. Цвет станет зеленым. Удерживайте левую кнопку мыши и перемещайте объект.
- D) Различные типы настраиваемых объектов. Номер объекта соответствует числу в меню **Общая > Объекты**.
- E) Некоторые предустановленные блоки.
- F) Режим Местю/Дист. определяет, возможны ли определенные действия. В режиме "Дист." невозможно местное включение или отключение автоматического повторного включения или управление объектами. Режим Мест./Дист. может быть изменен в меню **Общие > Объекты управления**.
- G) Создает возможность выбора ввода./вывода АПВ на мнемосхеме.
- H) Создает возможность активации виртуального входа на мимическом дисплее.
- I) Описывает местоположение реле. Текст поступает из меню информации о реле.
- J) До шести настраиваемых измерений.

Таблица 4.9: Функциональные возможности мнемоники.

Значение параметра	Параметр	Единица	Описание	Set
Положение элемента	Текстовое поле		До 9 символов. Фиксированное местоположение.	Set
Объекты 1–8	1–8		Дважды щелкните на объект, чтобы изменить управляющий номер между 1 и 8. Номер 1 соответствует объекту 1 в меню <b>Общая &gt; Объекты</b> .	Set
Режим Мест/Дист	М Д		Местное/Дистанционное управление. (Д) обозначает дистанционное управление. Режим дистанционного управления может быть также изменен в меню <b>Общая &gt; Объекты управления</b> . Позиция может быть изменена.	Set
Автоматическое повторное включение (АПВ).	0 1		Можно ввести/вывести автоматическое повторное включение по месту в режиме местного управления (М) или дистанционно в дистанционном режиме (Д). Положение можно менять.	Set
Измерения 1–6	IL1–IL3 IO U12, U23, U31, UL1, UL2, UL3, U0 f, P, Q, S, P.F. CosPhi E+, Eq+, E-, Eq- ARStart, ARFaill, ARShot1–5 IFLT Starts, Trips IOCalc IL1–IL3da, IL Pda, Qda, Sda T fSYNC, USYNC IL1–IL3Min, IL1–IL3Max, IL1–IL3daMax VAI1–VAI5 ExtAI1–6*		До 6 свободно выбираемых измерений.	Set
Виртуальный ввод 1–4	0 1		Изменить состояние виртуальных входов если пароль введен. Положение можно менять.	Set

Set = Задаваемый.

\* Требуется последовательный интерфейс связи и протокол внешнего блока ввода-вывода.

**Примечание** Выбор данных отображения измерений зависит от режима измерения напряжения, выбранного в режиме настроек **МАСШТАБИРОВАНИЕ**.

## 4.8.2 Конфигурация локальной панели.

Информация, отображаемая на экране измерения, настраивается в меню **Общая > Конфигурация передней панели**.

Local Panel Conf

MEASUREMENT DISPLAYS

DISPLAY 1	DISPLAY 2	DISPLAY 3	DISPLAY 4	DISPLAY 5
IL1	-	-	f	-
IL2	-	-	-	-
IL3	-	-	-	-
Io1	Uo	Uo	-	-

Display contrast  102

Display backlight ctrl -

Backlight off timeout  60.0 min

Enable alarmscreen

Display event time not in sync

Auto LED release

Auto LED release enable time  1.5 s

Object for control buttons Obj1

Mode for control buttons Selective

Fault value scaling PU

Date style y-m-d

Local MIMIC

Event buffer size  200

Scroll order Old-New

Clear Events -

Рисунок 4.20: Меню настройки локальной панели

Таблица 4.10: Конфигурация локальной панели.

Значение параметра	Параметр	Единица	Описание	Set
Дисплей 1–5	IL1–3 IO U12, U23, U31, UL1, UL2, UL3, U0 f, P, Q, S, P.F. CosPhi E+, Eq+, E-, Eq- ARStart, ARFaill, ARtrip1–5 IFLT Starts, Trips IOCalc IL IL1–3da IL1–3 max IL1–3 min IL1–3daMax Pda, Qda, Sda T fSYNC, USYNC VAI1–5 ExtAI1–6* SetGrp		20 (5 x 4) свободно конфигурируемых измеряемых значений можно выбирать	Набор **
Контрастность изображения	50–210		Контрастность также может быть изменена в меню реле.	Set
Управление подсветкой изображения.	DI1–16 VI1–4 VO1–6		Активизирует подсветку изображения.	Набор **
Задержка отключения подсветки.	0,0–2000,0	мин	Настраиваемая задержка подсветки отключается, когда реле не используется. Значение по умолчанию - 60 минут. Когда значение равно нулю (0.0), подсветка остается включенной все время.	Set
Разрешить вывод аварийных сообщений	Проверено Не проверено		Всплывающее текстовое окно для событий. Всплывающие события можно по отдельности отмечать галочкой путем нажатия enter, но удержание кнопки в течение 2 секунд отмечает все события одновременно.	Set
AR info для мнемонического дисплея	Проверено Не проверено		Состояние АПВ отображается вверху для мнемонического дисплея.	Set
Sync I info для мнемонического дисплея.	Проверено Не проверено		Состояние синхропроверки, отображается вверху для мнемонического дисплея. Работает вместе с автоматическим повторным выключением.	Set
Автоматический сброс удержаний светодиодов	Проверено Не проверено		Включает функцию возможности автоматизированного сброса удержания светодиодов.	Set

Значение параметра	Параметр	Единица	Описание	Set
Время разрешения автоматического сброса светодиодов	0,1–600	с	По умолчанию 1,5 с. Когда новые светодиоды активируются, предыдущие активные возвращаются в исходное состояние автоматически, если заданное время истекло.	Set
Масштабирование аварийных значений	PU, Pri		Значения аварийных величин в относительных единицах или в первичных величинах	Set
Мнемосхема	Проверено Не проверено		Ввести/вывести мнемосхему (введена по умолчанию).	Set
Размер буфера событий	50–2000		Размер буфера события. Установка по умолчанию 200 событий.	Редактируемый параметр ***

Set = Задаваемый.

\* Требуется последовательный интерфейс связи и протокол внешнего блока ввода-вывода.

\*\* Входы варьируются в соответствии с типом реле.

\*\*\* При изменении размера буфера событий записанные события стираются.



## 5.2 Общие характеристики ступеней защиты

### Группы настроек

Группы настроек управляются с помощью цифровых входов, функциональных клавиш или виртуальных входов через фронтальную панель или пользовательскую логику. Когда ни один из назначенных входов не активен, группа настроек определяется параметром «Уст.Гр не управляется». Когда активируется управляемый вход, активируется соответствующая группа настроек. Если сигнал управления группы настроек потерян, настройка «Сохранить последний» заставляет использовать последнюю активную группу. Если одновременно активны несколько входов, активная группа настроек определяется «Приоритетом УстГр». Используя виртуальный ввод-вывод, активную группу настроек можно контролировать с помощью локального дисплея панели, любого протокола связи или встроенных программируемых логических функций. Все ступени защиты имеют четыре группы настроек.

Set group 1 DI control	DI1			
Set group 2 DI control	DI2			
Set group 3 DI control	DI3			
Set group 4 DI control	DI4			

Group	1			
	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4
Pick-up setting [A]	200	2000	480	480
Pick-up setting [xImot]	0.50	5.00	1.20	1.20
Delay curve family	DT	DT	IEC	IEC
Delay type	DT	DT	NI	NI
Operation delay [s]	300.00	0.30	0.30	0.30
Inv. time coefficient k	1.00	1.00	1.00	1.00

### Пример

Любой дискретный вход может использоваться для управления группами уставок, например на рис. 5.1 дискретные входы DI 1, DI 2, DI 3 и DI 4 выбраны для управления группами уставок с 1 по 4. Эта настройка выполняется с помощью параметра «Установить группу x DI-управлением», где x это выбранная группа настроек.

Set group 1 DI control	DI1			
Set group 2 DI control	DI2			
Set group 3 DI control	DI3			
Set group 4 DI control	DI4			

Group	2			
	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4
Pick-up setting [A]	50	500	120	120
Pick-up setting [xIn]	0.50	5.00	1.20	1.20
Delay curve family	DT	DT	IEC	IEC
Delay type	DT	DT	NI	NI
Operation delay [s]	300.00	0.30	0.30	0.30
Inv. time coefficient k	1.00	1.00	1.00	1.00

Рисунок 5.1: Дискретные входы DI1, DI2, DI3, DI4 сконфигурированы для управления группами 1 до 4 соответственно.

Параметр «УстГр общие изменения» принудительно отправляет все настройки в группу 1, 2, 3 или 4, Параметр становится активным, если не выбран сигнал для управления группой. Для настройки этого параметра используется Easergy Pro.

«Приоритет УстГр» используется, чтобы назначить условия приоритета, когда одновременно активированы два или более дискретных входа, управляющих группами уставок. Приоритет УстГр может иметь значения от 1 до 4 или от 4 до 1.

#### Valid Protection Stages

Enabled stages	22
SetGrp common change	1
SetGrp no control state	1
SetGrp priority	1 to 4

Рисунок 5.2: Выбор приоритета УстГр производится в окне настроек Подтверждение ступеней защиты (Valid Protection stages).

Предположим, что активны одновременно дискретные входы DI2 и DI3, а приоритет УстГр установлен на «1 - 4», в этом случае группанастроек 2 становится активной. Если для приоритета УстГр установлено значение «4 к 1», становится активной группа настроек 3 .

### Статусы ступеней защиты

Статус ступени защиты может быть одним из следующих:

- **Ок = ‘-‘**  
Ступень находится в режиме ожидания и контролируют аналоговую величину сигнала на своем входе. Не обнаружена неисправность в защищаемой сети.
- **Заблокирована**  
Ступень защиты обнаруживает неисправность, но по какой-то причине заблокирована.
- **Пуск защиты**  
Включается таймер задержки срабатывания ступени защиты.
- **Срабатывание**  
Ступень защиты сработала, но неисправность в сети не исчезла.

Причиной блокировки может быть активный блокирующий сигнал в матрице блокирования от других ступеней, программируемой логики или любого дискретного входа. Некоторые ступени имеют встроенную логику блокировки. Для получения дополнительной информации о блокирующей матрице см.Глава 4.4.2 Матрица блокирования.

### Принудительное включение или отключение для целей тестирования

Существует параметр «Принудительное управление» (Force flag), который, позволяет принудительно установить для любой защиты состояние «Пуск» ("start") или «Срабатывание» ("trip") на половину секунды. Использование принудительного управления позволяет отказаться от реальной подачи тока или напряжения на устройство при необходимости проверки конфигурирования матрицы выходов, проверки цепей от выходных реле до выключателя и проверки протоколов связи для корректной передачи информации в SCADA систему.

После тестирования параметр «Принудительное управление» (Force flag) автоматически сбрасывается через пять минут после последней активации кнопкой с передней панели.

Режим принуждения возможен также для дискретных выходов и дополнительных аналоговых (mA) выходов .

Флаг принуждения находится в меню Реле.

RELAYS

Trip relay 1	1
Trip relay 2	1
Trip relay 3	0
Trip relay 4	0
Trip relay 5	0
Trip relay 6	0
Trip relay 7	0
Signal relay 1	1
Service status output	0

Force flag

### Сигналы пуска и срабатывания

Каждая ступень защиты имеет два внутренних двоичных выходных сигнала: пуск и срабатывание. Сигнал пуска выдается, когда обнаружена неисправность. Сигнал срабатывания выдается после окончания заданной задержки срабатывания, если неисправность не исчезнет до истечения времени задержки. Гистерезис, как указано в характеристиках ступени защиты, означает, что сигнал на входе ступени защиты оценивается этой ступенью как неисправность, пока сигнал не опустится ниже начальной настройки, определяемой значением гистерезиса.

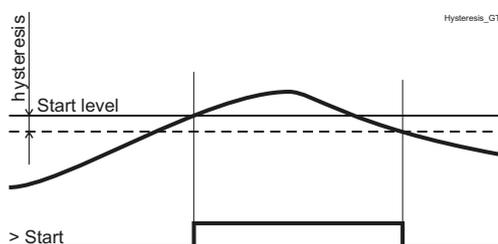


Рисунок 5.3: Пример поведения защиты по превышению контролируемого параметра с гистерезисом

### Матрица выходов

Используя матрицу выходов, вы можете подключить внутренние сигналы пуска и срабатывания к дискретным выходам и индикаторам. Подробнее см. Глава 4.4.1 Матрица выходов.

### Блокирование

Любая функция защиты может быть заблокирована с помощью внутренних и внешних сигналов, используя матрицу блокирования (Глава 4.4.2 Матрица блокирования). Внутренние сигналы это, например, логические выходы и сигналы пуска и срабатывания от других ступеней а внешние сигналы это, например, дискретные и виртуальные входы, а также GOOSE сообщения.

Некоторые ступени защиты также имеют встроенные функции блокировки. Например защита частоты имеет встроенную

блокировку от падения напряжения, чтобы избежать срабатывания, когда напряжение исчезает.

Когда ступень защиты заблокирована, она не запускается, если обнаружены условия пуска защиты. Если блокировка активируется во время отсчета задержки времени на срабатывание защиты, отсчет замораживается до тех пор, пока исчезнет сигнал блокировки или исчезнет причина пуска ступени защиты. Если ступень уже сработала, сигнал блокировка не действует.

Установите запас задержки в 100 мс, когда от защиты нижестоящего реле по проводам передается сигнал блокировки защиты в вышестоящем реле.

### Зависимое время работы защиты

Время срабатывания в зависимом режиме определяется величиной вводимого сигнала. Чем больше сигнал, тем быстрее ступень выдает сигнал срабатывания и наоборот. Расчет времени срабатывания сбрасывается, если величина сигнала на входе ступени падает ниже уставки пуска защиты.

### Независимое время работы защиты

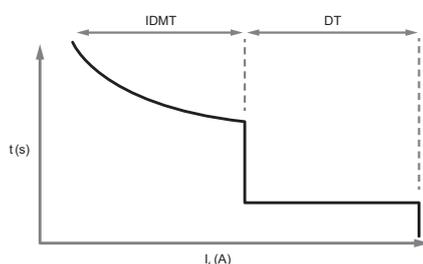


Рисунок 5.4: Кривые с зависимым временем и независимым временем работы защиты

Время срабатывания с независимым временем работы режиме фиксируется установкой задержки срабатывания. Таймер задержки срабатывания защиты запускается одновременно с пуском и защиты. После окончания отсчета времени таймером задержки выдается сигнал срабатывания. Если сигнал на входе ступени падает ниже уровня уставки, сигнал пуска обнуляется.

### Время задержки

Время превышения - это время, необходимое для реле защиты, чтобы убедиться, что авария устранена во время действия выдержки времени срабатывания защиты. Этот параметр важен для определения ступени селективности между реле.

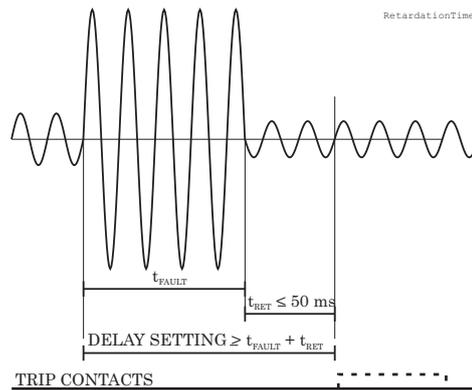


Рисунок 5.5: Определение времени превышения. Если время задержки срабатывания защиты будет немного меньше длительности аварии, может произойти неселективное отключение (импульс отключения указан пунктирной линией).

Например, когда произошло короткое замыкание на отходящей линии, неисправность почувствует и реле, установленное на вводе. Тем не менее, повреждение должно быть устранено защитой отходящей линии, а реле на вводе не должно сработать. Хотя величина выдержки времени реле на вводе больше, чем на отходящей линии, ввод может отключиться, если разница выдержек времени недостаточно большая. Разница должна быть больше, чем время задержки реле ввода плюс время срабатывания выключателя на отходящем фидере.

Рисунок 5.5 показывает перенапряжение, наблюдаемое вводом, пока защита отходящей линии устраняет неисправность. Если задержка срабатывания будет немного меньше или если продолжительность неисправности будет немного больше, чем на рисунке, может произойти неселективное отключение (пунктирный импульс 40 мс на рисунке). В Easergy Sepam P3 реле SEPAM P3, время превышения составляет менее 50 мс.

### Время сброса

Рисунок 5.6 показывает пример времени задержки сброса (Reset time), то есть задержку снятия сигнала отключения, когда защита устранила перегрузки по току. Когда контакты выходного реле отключения SEPAM P3 замыкаются, автоматический выключатель начинает отключаться. После того, как контакты СВ разомкнутся, ток замыкания по-прежнему будет протекать через дугу между разошедшими контактами СВ. Ток окончательно отключается, когда дуга гаснет при следующем переходе тока через ноль. С этого момента начинается отсчет времени задержки сброса. После окончания времени задержки сброса контакты выходного реле отключения замыкаются, если нет удержания. Точное время сброса зависит от величины тока короткого замыкания: чем больше ток, тем больше время задержки сброса. Время сброса также зависит от конкретной ступени защиты

Максимальное время задержки сброса для каждой ступени определяется в соответствии с характеристиками каждой функции защиты. Для большинства ступеней он составляет менее 95 мс.

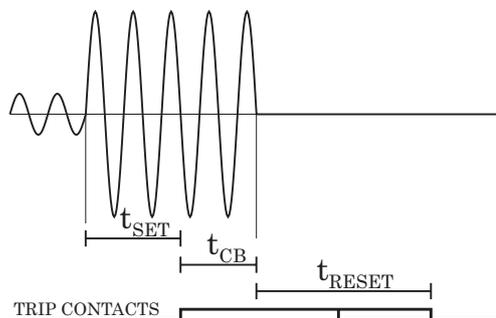


Рисунок 5.6: Время задержки сброса - это время, в течение которого контакты реле отключения разомкнутся после устранения неисправности.

### Гистерезис или мертвая зона

При сравнении измеренного значения с уставкой срабатывания защиты требуется наличие гистерезиса, чтобы избежать колебаний вблизи линии равновесия. При нулевом гистерезисе любой шум в измеренном сигнале или любой шум в самом измерении вызовет нежелательные колебания при значении контролируемого сигнала близкого к уставке срабатывания.

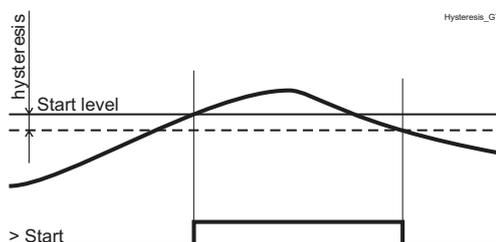


Рисунок 5.7: Пример поведения защиты по превышению контролируемого параметра с гистерезисом

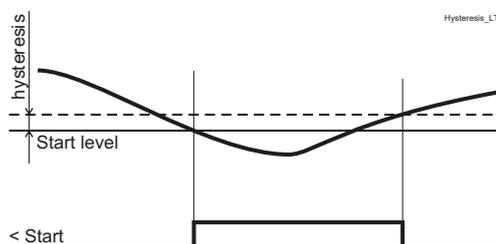


Рисунок 5.8: Пример поведения максимальной защиты с гистерезисом

### Отстройка по времени срабатывания

При возникновении повреждения система защиты должна подать команду на отключение только тех выключателей, которые отключают это повреждение. Такое выборочное отключение называется селективностью или координацией защит и обычно достигается отстройкой по времени срабатывания защит. Действие последовательно включенных

защит организовано так, что при обнаружении повреждения срабатывают только те защиты, которые относятся к неисправной зоне.

Рекомендуемая селективность по времени между двумя реле SEPAM P3 в сетях среднего напряжения составляет 170–200 мс. Это основано на следующих фактах:

- $T_c$ : время работы выключателя, 60 мс
- $T_m$ : время превышения работы вышестоящей защиты (время задержки), 50 мс
- $\delta t$ : допустимое время запаздывания, 25 мс
- $m$ : запас безопасности, 10 мс
- $\Delta t$ : селективность по времени, 170–200 мс

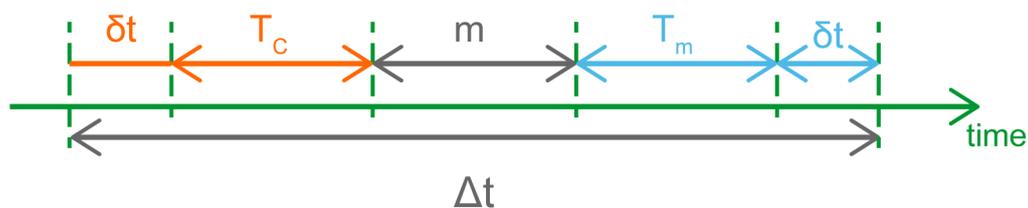


Рисунок 5.9: Отстройка по времени срабатывания

### Записанные значения последних восьми аварий

Существует подробная информация о последних восьми аварийных событиях для каждой из ступеней защиты. Зарегистрированные значения специфичны для ступени защиты и могут содержать информацию, такую как отметка времени, величина аварийного сигнала, время задержки, ток повреждения, напряжение повреждения, фазовый угол и группа уставок.

## 5.3 Режимы конфигурации

Доступны режимы работы: режим защиты фидера и режим защиты двигателя. В режиме защиты фидера все использующие ток защиты связаны с номинальным током  $I_N$ , полученным от ТТ. Функции защиты двигателя в режиме защиты фидера недоступны. В режиме защиты двигателя все использующие ток защиты связаны с номинальным током двигателя  $I_{MOT}$ . Режим защиты двигателя включает функции защиты двигателя. Все функции, доступные в режиме защиты фидера, доступны также и в режиме защиты двигателя. Значением по умолчанию является режим защиты фидеров.

Режим работы можно изменить с помощью программного обеспечения Easergy Pro или из меню КОНФИГУРИРОВАНИЕ РЕЛЕ. Изменение режима требует применения пароля уровня администратора.

## 5.4 Зависимости токовых защит

Функции защиты по току зависят от режима работы. В режиме двигателя все функции, использующие сигналы тока, связаны с номинальным током двигателя ( $I_{MOT}$ ) а в режиме фидера связаны с номинальным током ( $I_N$ ).

## 5.5 Защиты с зависимой выдержкой времени срабатывания

Для нескольких функций защиты доступно зависимое время срабатывания, то есть тип работы защиты с обратозависимой характеристикой выдержки времени (IDMT). Общий принцип, формулы и графические представления доступных зависимых типов задержки описаны в этой главе.

Зависимая задержка означает, что время срабатывания зависит от защищаемой величины. Например, для максимальной токовой защиты с обратозависимой задержкой срабатывания, чем больше ток тем меньше время срабатывание. Альтернативой зависимой задержке является независимая задержка срабатывания. В этом случае время срабатывания фиксированное и не зависит от величины контролируемого параметра.

### Специфичные ступени с зависимой задержкой срабатывания

Некоторые функции защиты имеют свой специфичный тип зависимой задержки срабатывания. Подробная информация об этих специализированных зависимых задержках описана с соответствующей функцией защиты.

### Режимы срабатывания

Есть три режима использования характеристик зависимого времени срабатывания защит:

- **Стандартные обратозависимые задержки**  
Использование стандартного времени задержки путем выбора семейства кривых (IEC, IEEE, IEEE2, RI) и типа задержки (нормальная обратозависимая, очень обратозависимая и т.д.) См. Глава 5.5.1 Кривые с стандартными обратозависимыми кривыми IEC, IEEE, IEEE2 и RI.
- **Формула стандартной задержки со свободными параметрами**  
Выбор семейства кривых (IEC, IEEE, IEEE2) и определение собственных параметров для выбранной формулы задержки. Этот режим активизируется путем задания типа задержки в меню 'Параметры', а затем редактирования параметров функции задержки А - Е. См. Глава 5.5.2 Свободная параметризация с использованием кривых IEC, IEEE и IEEE2.
- **Полностью программируемые зависимые характеристики задержки**  
Построение характеристик путем установки 16 [ток, время] точек. Реле интерполирует значения между заданными точками с помощью полиномов второй степени. Этот режим активизируется семейством кривых настроек «PrgN».

Одновременно доступно максимум три различных программируемых кривых. Каждая запрограммированная кривая может использоваться любым количеством ступеней защиты. См. Глава 5.5.3 Программируемые зависимые кривые задержки времени срабатывания.

### **Лимитированное время задержки в обратнозависимых типах задержки**

Максимальное время ограничено 600 секундами.

### **График на дисплее передней панели**

Реле отображает кривую текущей зависимой задержки на дисплее передней панели. Кнопки «вверх» и «вниз» могут использоваться для масштабирования. Отображаются также задержки в  $20 \times I_{SET}$ ,  $4 \times I_{SET}$  и  $2 \times I_{SET}$ .

### **Сигнал ошибки установки зависимого времени**

Если в конфигурации зависимой выдержки срабатывания есть какие-либо ошибки, соответствующая ступень защиты использует независимую задержку времени срабатывания. В выходной матрице имеется сигнал «Setting Error», который указывает на разные ситуации:

1. Настройки в настоящее время изменены с помощью Easergy Pro или с передней панели.
2. Существует временная незаконная комбинация точек кривой. Например, если предыдущая настройка была IEC / NI, а затем семейство кривых было изменено на IEEE, это является причиной ошибки, т.к. для кривых IEEE нет типа NI. После изменения на допустимый тип задержки для режима IEEE (например, MI), сигнал «Setting Error» сбрасывается.
3. Имеются ошибки в параметрах формулы A - E, и реле не может построить кривую задержки.
4. В конфигурации программируемой кривой имеются ошибки, и реле не может интерполировать значения между данными точками.

### **Ограничения**

Максимальный ток измерения фазного тока, подаваемого на токовый вход с вторичной обмотки ТТ составляет  $50 \times I_N$ , а максимальный прямо измеренный ток замыкания на землю составляет  $10 \times I_{0N}$  для входа тока замыкания на землю.

Максимальная кратность токов по отношению к току уставки равна 20 для кривых с обратнозависимой кривой задержки срабатывания. Ограничение максимально возможных токов для

кривых с обратнозависимой кривой задержки срабатывания показано в Таблица 5.1.

**Таблица 5.1: Максимальные измеренные вторичные токи и параметры настроек токовых входов для максимальных фазных токов и токов замыкания на землю**

токовый вход	Максимальный измеренный вторичный ток на входе	Максимальная масштабированная устанка вторичных токов для кривых с обратнозависимой кривой до $20 \times I_s$
$I_{L1}, I_{L2}, I_{L3}$ и $I_{0Calc}$	250 А	12,5 А
$I_0 = 5$ А	50 А	2,5 А
$I_0 = 1$ А	10 А	0,5 А

### 1. Пример ограничения

$$CT = 750 / 5$$

$TT_0 = 100 / 1$  (трансформатор ТТ на кабеле используется для максимальной токовой защитой от замыкания на землю)

Для ступени максимальной токовой защиты  $I>$ , Таблица 5.1 дает 12,5 А. Таким образом максимальный ток для ступени защиты  $I>$ , обеспечивающий полный диапазон зависимых задержек, составляет  $12,5 \text{ А} / 5 \text{ А} = 2,5 \times I_{N} = 1875 \text{ А}_{\text{первичного тока}}$ .

Для ступени максимальной токовой защиты от замыкания на землю  $I_0>$ , Таблица 5.1 дает 0,5 А. Таким образом, максимальный ток для ступени защиты  $I_0>$ , обеспечивающий полный диапазон зависимых задержек, составляет  $0,5 \text{ А} / 1 \text{ А} = 0,5 \times I_{0N} = 50 \text{ А}_{\text{первичного тока}}$ .

### 2. Пример ограничения

$$CT = 750 / 5$$

Режим применения двигатель

Номинальный ток электродвигателя = 600 А

$I_{0Calc} (= I_{L1} + I_{L2} + I_{L3})$  - рассчитанный ток замыкание на землю

Номинальный ток двигателя вторичной обмотки ТТ  $600 / 750 \times 5 = 4 \text{ А}$

Для ступени максимальной токовой защиты  $I>$ , Таблица 5.1 дает 12,5 А. Таким образом максимальный ток для ступени защиты  $I>$  составляет  $12,5 \text{ А} / 4 \text{ А} = 3,13 \times I_{MOT} = 1875 \text{ А}_{\text{первичного тока}}$ .

$A_{\text{первичного тока}}$ .

Для ступени максимальной токовой защиты замыкания на землю  $I_0>$ , Таблица 5.1 дает 12,5 А. Таким образом максимальный ток для ступени защиты  $I_0>$  обеспечивающий полный диапазон зависимых задержек, составляет  $12,5 \text{ А} / 5 \text{ А} = 2,5 \times I_{0N} = 1875 \text{ А}_{\text{первичного тока}}$ .

## 5.5.1 Кривые с стандартными обратнoнезависимыми кривыми IEC, IEEE, IEEE2 и RI

Доступные стандартные кривые делятся на четыре категории, называемые семейством зависимых кривых: IEC, IEEE, IEEE2 и кривые RI. Каждая категория содержит набор различных типов задержки в соответствии с Таблица 5.2.

### Сигнал ошибки установки зависимого времени

Сигнал ошибки установки зависимого времени активируется, если категория задержки изменена, а старый тип задержки не существует в новой категории. См. Глава 5.5 Защиты с зависимой выдержкой времени срабатывания.

### Ограничения

Минимальная независимая задержка времени начинается с момента, когда измеренное значение в двадцать раз превышает ток уставки. Тем не менее, существуют ограничения при высоких значениях уставок из-за диапазона измерения. См. Глава 5.5 Защиты с зависимой выдержкой времени срабатывания подробнее.

**Таблица 5.2: Доступное семейство стандартных кривых задержки и доступные типы задержки в пределах семейства.**

Тип задержки		Семейство кривых				
		DT	IEC	IEEE	IEEE2	RI
<b>DT</b>	Независимая выдержка времени	X				
<b>NI</b>	Нормально обратнoнезависимая		X		X	
<b>VI</b>	Очень обратнoнезависимая		X	X	X	
<b>EI</b>	Чрезвычайно обратнoнезависимая		X	X	X	
<b>LTI</b>	Длительно обратнoнезависимая		X	X		
<b>LTEI</b>	Длительно чрезвычайно обратнoнезависимая			X		
<b>LTVI</b>	Длительно очень обратнoнезависимая			X		
<b>MI</b>	Умеренно обратнoнезависимая			X	X	
<b>STI</b>	Кратковременно обратнoнезависимая			X		
<b>STEI</b>	Кратковременно чрезвычайно обратнoнезависимая			X		
<b>RI</b>	Старый тип ASEA					X
<b>RXIDG</b>	Старый тип ASEA					X

### Время работы зависимой задержки по IEC

Время срабатывания зависит от измеренного значения и других параметров в соответствии с Уравнение 5.1. Фактически это уравнение можно использовать только для рисования графиков или когда измеренное значение  $I$  является установившийся во время аварийного события. В реле реализована модифицированная версия для использования в реальном времени.

Уравнение 5.1:

$$t = \frac{k A}{\left(\frac{I}{I_{START}}\right)^B} - 1$$

$t$  = Задержка срабатывания в секундах  
 $k$  = Множитель  
 $I$  = Измеренное значение  
 $I_{START}$  = Ток уставки пуска защиты  
 $A, B$  = Содержат параметры в соответствии с Таблица 5.3.

Существует три различных зависимых типа задержки в соответствии с IEC 60255-3, нормальный обратный (NI), чрезвычайно обратный (EI), очень обратный (VI) и расширение VI. Кроме того, существует де-факто стандартная длительно обратная (LTI).

**Таблица 5.3: Константы для уравнения зависимой задержки по МЭК**

Тип задержки		Значение параметра	
		A	B
NI	Нормально обратозависимая	0,14	0,02
EI	Чрезвычайно обратозависимая	80	2
VI	Очень обратозависимая	13,5	1
LTI	Длительно обратозависимая	120	1

**Пример типа задержки «Нормальный обратный (NI)»:**

$$k = 0.50$$

$I = 4$  pu (установившийся ток в отн. ед.)

$I_{\text{PICKUP}} = 2$  pu (Ток уставки пуска защиты в отн. ед.)

$$A = 0.14$$

$$B = 0.02$$

$$t = \frac{0.50 \cdot 0.14}{\left(\frac{4}{2}\right)^{0.02} - 1} = 5.0$$

Время работы в этом примере составляет пять секунд. Тот же результат можно прочесть из Рисунок 5.10.

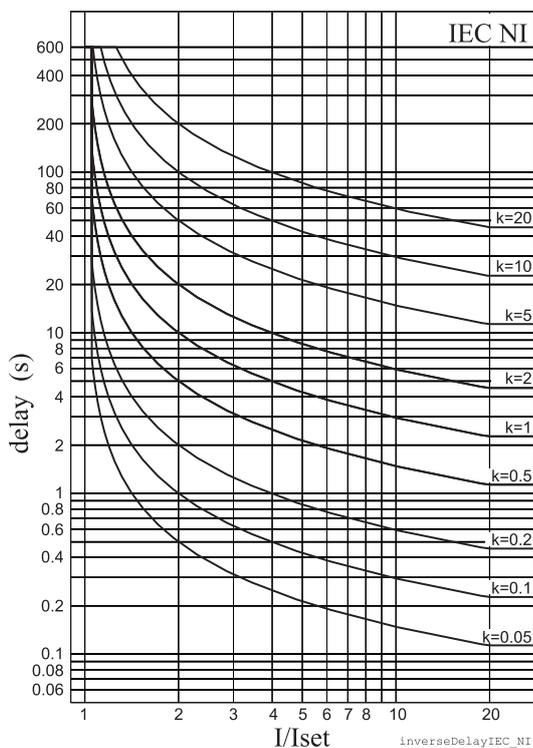
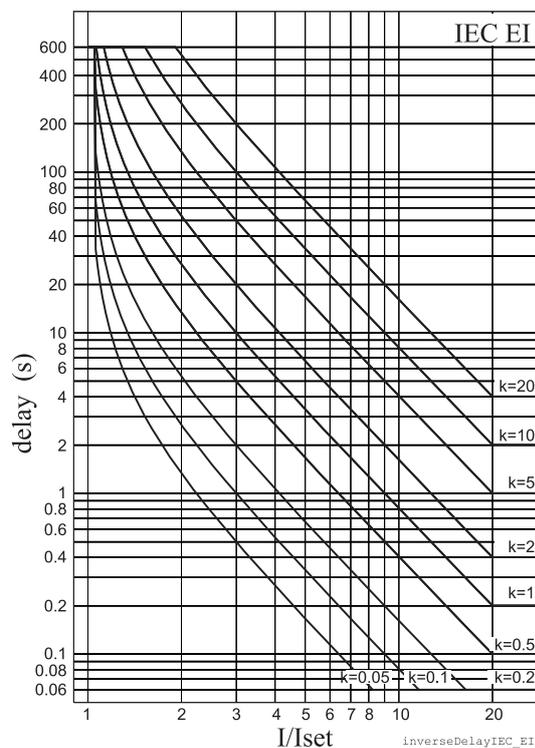


Рисунок 5.10:  
IEC нормальная обратная зависимость задержка



5.11:  
IEC

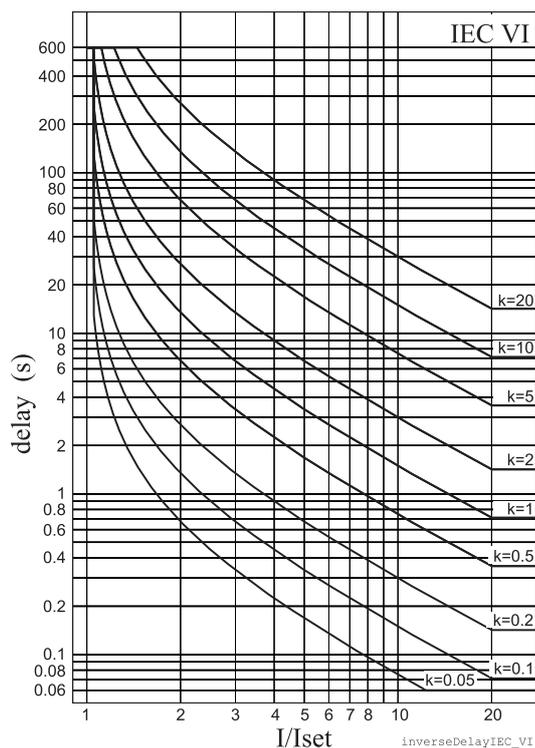


Рисунок 5.12:  
IEC очень обратнозависимая задержка

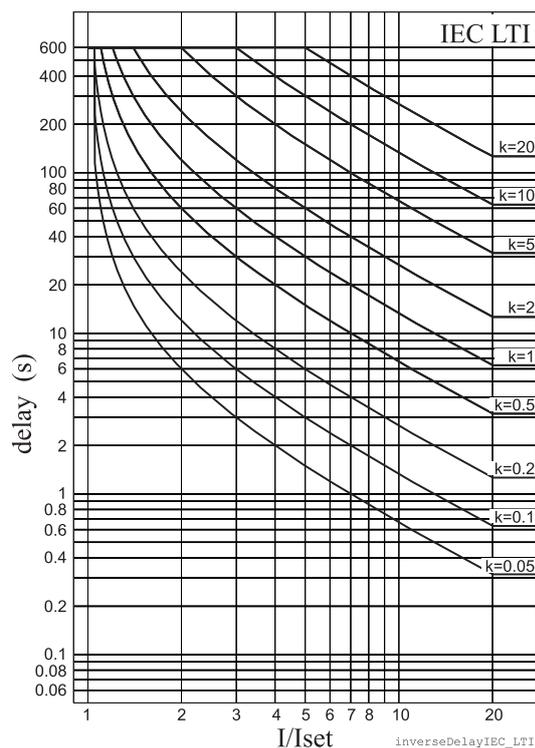


Рисунок 5.13:  
IEC долговременно обратнозависимая задержка

### Время работы зависимой задержки по IEEE/ANSI

Существует три разных типа задержки в соответствии с стандартом IEEE C37.112-1996 (MI, VI, EI) и много де-факто версий в соответствии с Таблица 5.4. Стандарт IEEE определяет зависимую задержку как для срабатывания, так и для отпущания. Однако в Easergy Sepam P3 реле только время срабатывания зависит от стандарта, а время отпущания является постоянным. Задержка срабатывания зависит от измеренного значения и других параметров в соответствии с Уравнение 5.2. Фактически это уравнение можно использовать только для рисования графиков или когда измеренное значение  $I$  является установившимся во время аварийного события. В реле реализована модифицированная версия для использования в реальном времени.

Уравнение 5.2:

$$t = k \left[ \frac{A}{\left( \frac{I}{I_{START}} \right)^C - 1} + B \right]$$

$t$  = Задержка срабатывания в секундах

$k$  = Множитель

$I$  = Измеренное значение

$I_{START}$  = Ток уставки пуска защиты

$A, B, C$  = Постоянный параметр согласно Таблица 5.4.

Таблица 5.4: Константы для уравнения обратной задержки IEEE / ANSI

Тип задержки		Значение параметра		
		A	B	C
LTI	Длительно обратнoзависимая	0,086	0,185	0,02
LTVI	Длительно очень обратнoзависимая	28,55	0,712	2
LTEI	Длительно чрезвычайно обратнoзависимая	64,07	0,250	2
MI	Умеренно обратнoзависимая	0,0515	0,1140	0,02
VI	Очень обратнoзависимая	19,61	0,491	2
EI	Чрезвычайно обратнoзависимая	28,2	0,1217	2
STI	Кратковременно обратнoзависимая	0,16758	0,11858	0,02
STEI	Кратковременно чрезвычайно обратнoзависимая	1,281	0,005	2

**Пример типа задержки «Умеренно обратный (MI)»:**

$$k = 0,50$$

$$I = 4 \text{ pu}$$

$$I_{\text{PICKUP}} = 2 \text{ pu (Ток уставки пуска защиты в отн. ед.)}$$

$$A = 0,0515$$

$$B = 0,114$$

$$C = 0,02$$

$$t = 0.50 \cdot \left[ \frac{0.0515}{\left(\frac{4}{2}\right)^{0.02} - 1} + 0.1140 \right] = 1.9$$

Время работы в этом примере составляет 1,9 секунды. Тот же результат можно прочитать из Рисунок 5.17.

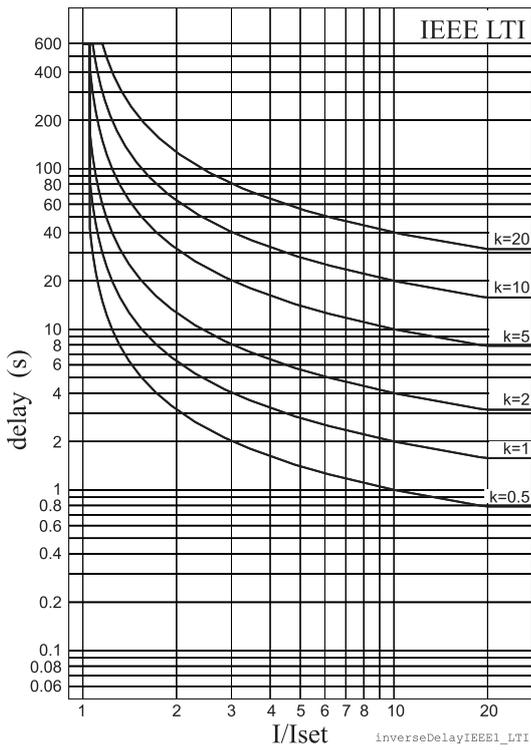


Рисунок 5.14: Длительно обратозависимая задержка ANSI/IEEE

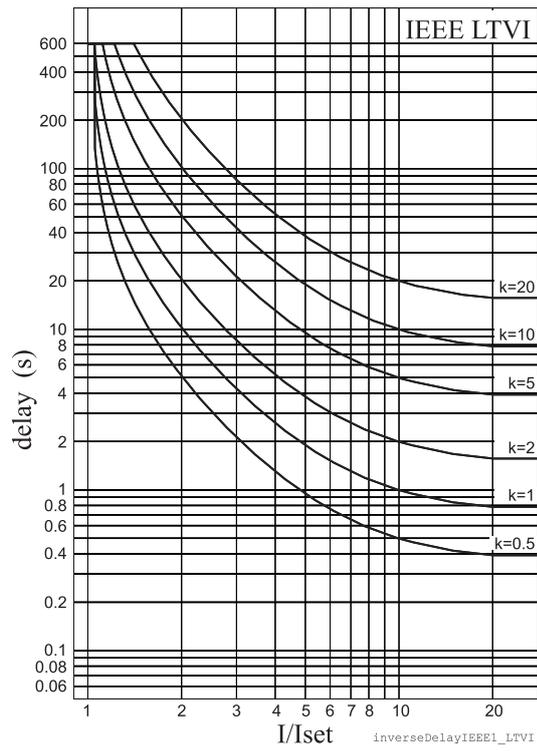


Рисунок 5.15: Длительно очень обратозависимая задержка ANSI/IEEE

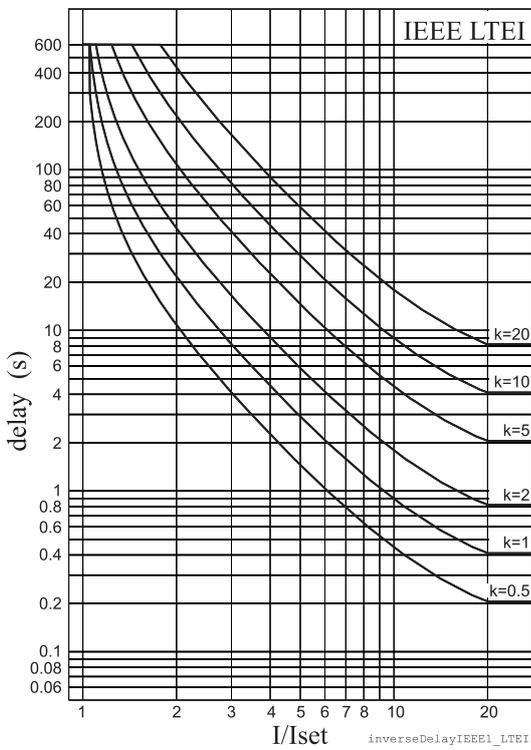


Рисунок 5.16: Длительно чрезвычайно обратозависимая задержка ANSI/IEEE

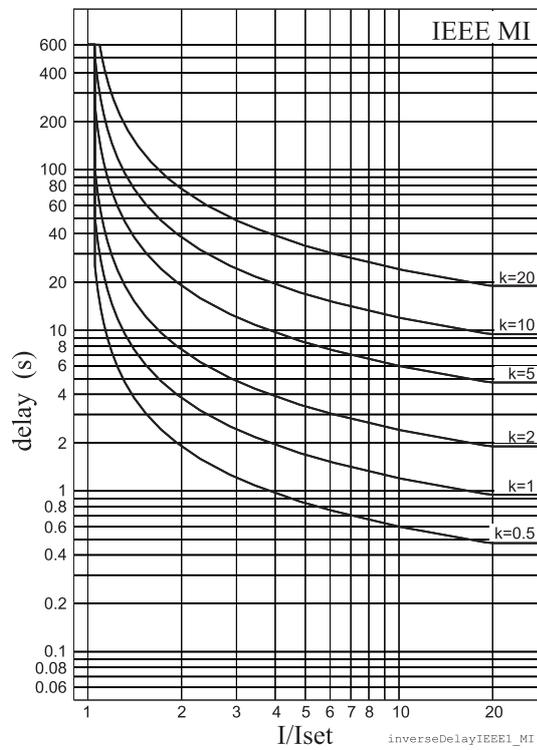


Рисунок 5.17: Умеренно обратозависимая задержка ANSI/IEEE

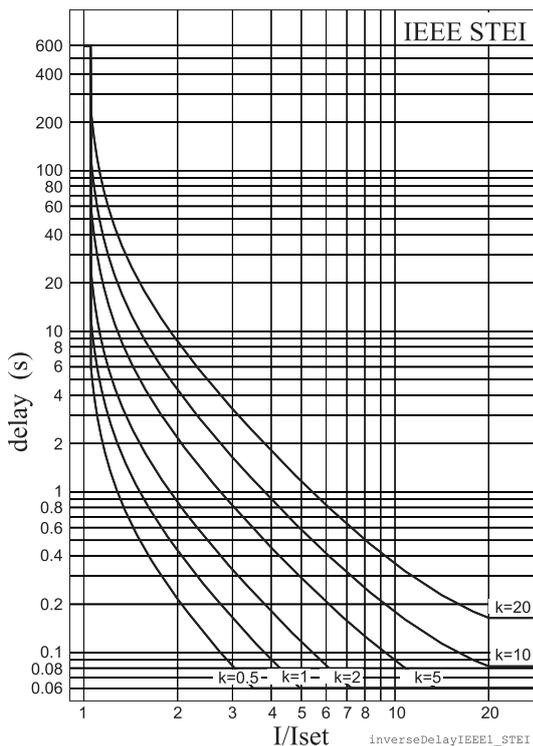
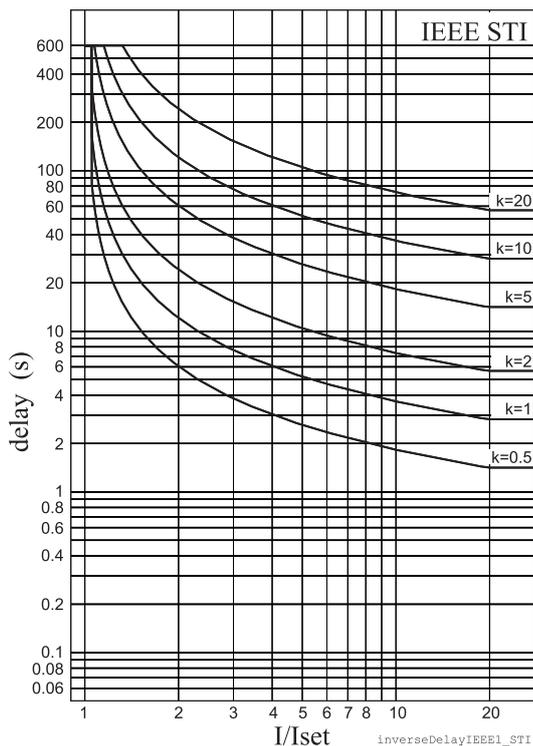


Рисунок 5.18: Кратковременно обратнoзависимая задержка ANSI/IEEE

Рисунок 5.19: Кратковременно чрезвычайно обратнoзависимая задержка ANSI/IEEE

### IEEE2 зависимое время работы

До 1996 года и микропроцессорные реле стандарта ANSI C37.112 использовали уравнения, моделирующие поведение различных типов реле типа с индукционным диском. Довольно популярной моделью является Уравнение 5.3 которое в Easergy Sepam P3 называются IEEE2. Другое имя может быть IAC, потому что старые генераторные реле IAC были смоделированы с использованием того же уравнения.

Существует четыре разных типа задержек в соответствии с Таблица 5.5. Старые электромеханические индукционные дисковые реле имеют зависимую задержку как для срабатывания, так и для отпускания. Однако в Easergy Sepam P3, только время срабатывания зависимое, а время отпускания постоянно.

Задержка срабатывания зависит от измеренного значения и других параметров в соответствии с Уравнение 5.3. Фактически это уравнение можно использовать только для рисования графиков или когда измеренное значение  $I$  является установившимся во время аварийного события. В реле реализована модифицированная версия для использования в реальном времени.

Уравнение 5.3:

$$t = k \left[ A + \frac{B}{\left( \frac{I}{I_{START}} - C \right)} + \frac{D}{\left( \frac{I}{I_{START}} - C \right)^2} + \frac{E}{\left( \frac{I}{I_{START}} - C \right)^3} \right]$$

t = Задержка срабатывания в секундах

k = Множитель

I = Измеренное значение

I<sub>START</sub> = Настройка начала пользователя

A, B, C, D = Постоянный параметр в соответствии с Таблица 5.5.

**Таблица 5.5: Константы для уравнения обратнозависимой задержки IEEE2**

Тип задержки		Значение параметра				
		A	B	C	D	E
MI	Умеренно обратнозависимая	0,1735	0,6791	0,8	-0,08	0,1271
NI	Нормально обратнозависимая	0,0274	2,2614	0,3	-0,1899	9,1272
VI	Очень обратнозависимая	0,0615	0,7989	0,34	-0,284	4,0505
EI	Чрезвычайно обратнозависимая	0,0399	0,2294	0,5	3,0094	0,7222

**Пример типа задержки «Умеренно обратный (MI)»:**

$$k = 0,50$$

$$I = 4 \text{ pu}$$

$$I_{\text{START}} = 2 \text{ pu}$$

$$A = 0,1735$$

$$B = 0,6791$$

$$C = 0,8$$

$$D = -0,08$$

$$E = 0,127$$

$$t = 0,5 \cdot \left[ 0,1735 + \frac{0,6791}{\left(\frac{4}{2} - 0,8\right)} + \frac{-0,08}{\left(\frac{4}{2} - 0,8\right)^2} + \frac{0,127}{\left(\frac{4}{2} - 0,8\right)^3} \right] = 0,38$$

Время работы в этом примере составляет 0,38 секунды. Тот же результат можно прочесть из Рисунок 5.20.

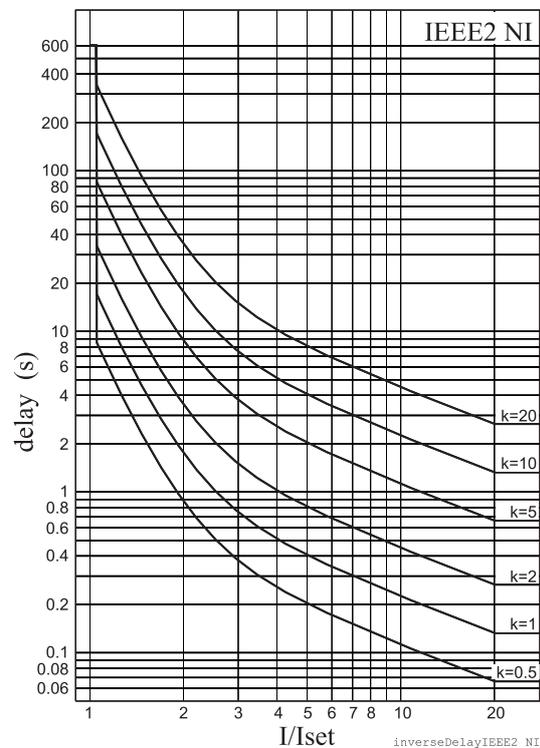
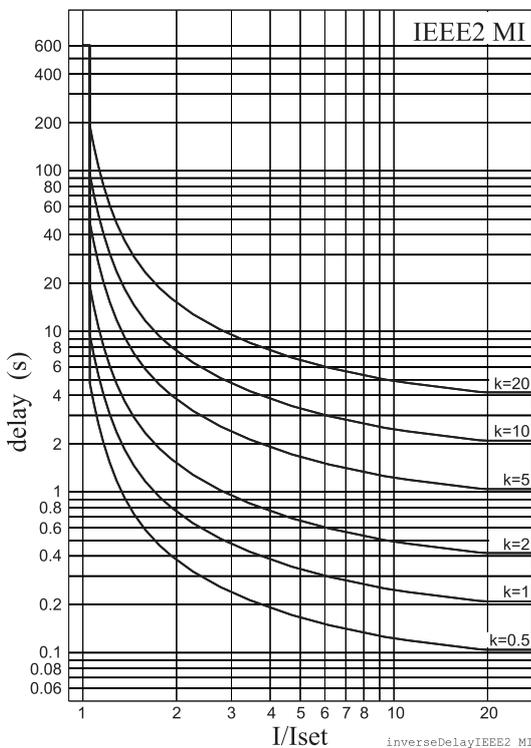


Рисунок 5.20: Умеренно обратная зависимость задержки IEEE2

Рисунок 5.21: Нормальная обратная зависимость задержки IEEE2

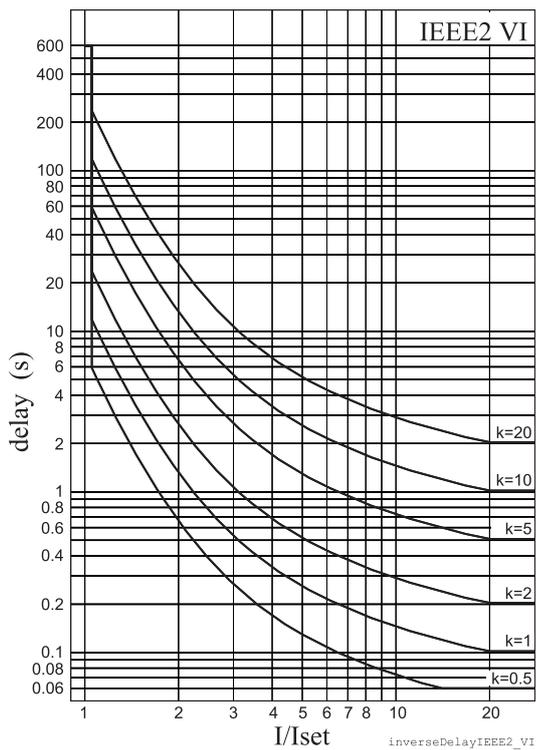


Рисунок 5.22: Очень обратозависимая задержка IEEE2

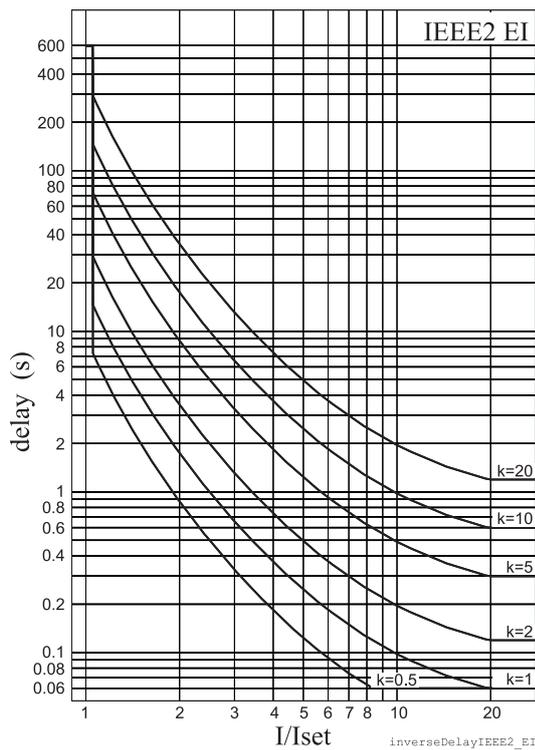


Рисунок 5.23: Чрезвычайно обратозависимая задержка IEEE2

### RI и RXIDG зависимое время работы

Эти два зависимых типа задержки происходят от старых реле защиты от замыканий на землю ASEA (в настоящее время ABB). Задержка срабатывания типов RI и RXIDG зависит от измеренного значения и других параметров в соответствии с Уравнение 5.4 и Уравнение 5.5. Фактически это уравнение можно использовать только для рисования графиков или когда измеренное значение  $I$  является установившимся во время аварийного события. В реле реализована модифицированная версия для использования в реальном времени.

Уравнение 5.4: RI

$$t_{RI} = \frac{k}{0.339 - \frac{0.236}{\left(\frac{I}{I_{START}}\right)}}$$

Уравнение 5.5: RXIDG

$$t_{RXIDG} = 5.8 - 1.35 \ln \frac{I}{k I_{START}}$$

$t$  = Задержка срабатывания в секундах

$k$  = Множитель

$I$  = Измеренное значение

$I_{START}$  = Ток уставки пуска защиты

### Пример типа задержки RI

$$k = 0,50$$

$$I = 4 \text{ pu}$$

$$I_{START} = 2 \text{ pu}$$

$$t_{RI} = \frac{0.5}{0.339 - \frac{0.236}{\left(\frac{4}{2}\right)}} = 2.3$$

Время работы в этом примере составляет 2,3 секунды. Тот же результат можно прочесть из Рисунок 5.24.

### Пример типа задержки RXIDG

$$k = 0,50$$

$$I = 4 \text{ pu}$$

$$I_{START} = 2 \text{ pu}$$

$$t_{RXIDG} = 5.8 - 1.35 \ln \frac{4}{0.5 \cdot 2} = 3.9$$

Задержка по времени в этом примере - 3,9 секунды. Тот же результат можно прочесть из Рисунок 5.25.

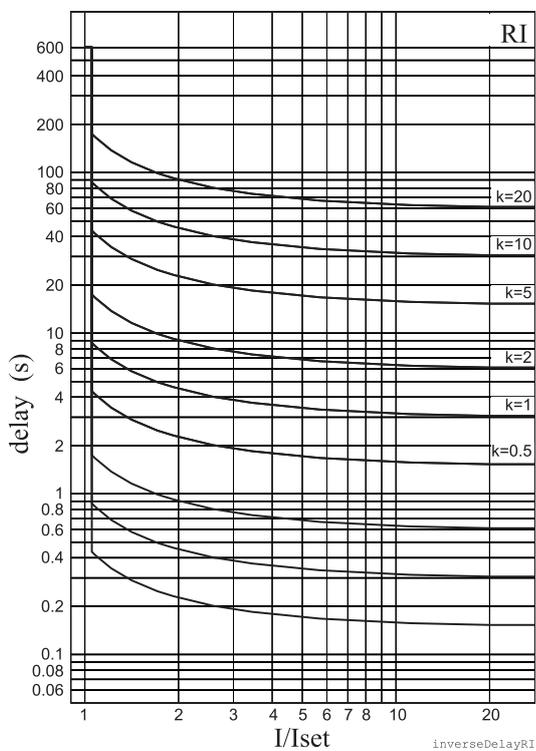


Рисунок 5.24:  
RI обратная зависимость задержки

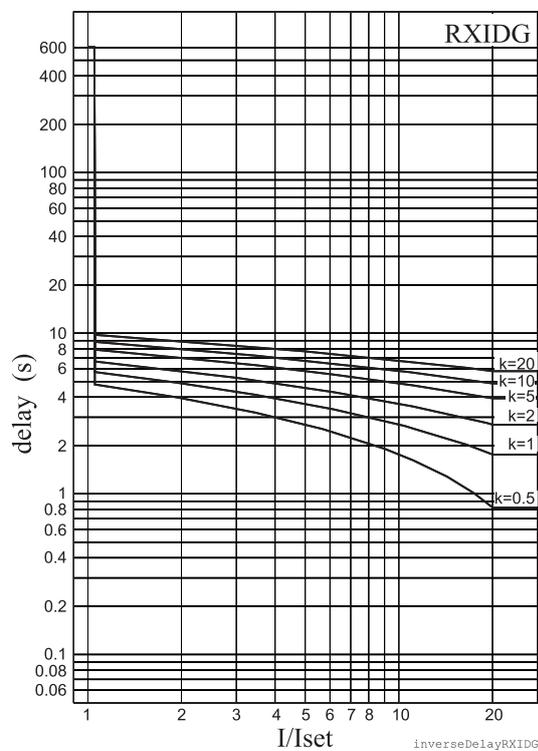


Рисунок 5.25:  
RXIDG обратная зависимость задержки

## 5.5.2

### Свободная параметризация с использованием кривых IEC, IEEE и IEEE2

Этот режим активируется после установки типа задержки в меню «Параметры», а затем редактируются константы функции задержки, то есть параметры А - Е. Идея состоит в том, чтобы использовать стандартные уравнения с собственными константами вместо стандартизованных констант, как в предыдущей главе.

#### Пример типа задержки для GE-IAC51:

$$k = 0,50$$

$$I = 4 \text{ pu}$$

$$I_{\text{START}} = 2 \text{ pu}$$

$$A = 0.2078$$

$$B = 0.8630$$

$$C = 0.8000$$

$$D = - 0.4180$$

$$E = 0.1947$$

$$t = 0.5 \cdot \left[ 0.2078 + \frac{0.8630}{\left(\frac{4}{2} - 0.8\right)} + \frac{-0.4180}{\left(\frac{4}{2} - 0.8\right)^2} + \frac{0.1947}{\left(\frac{4}{2} - 0.8\right)^3} \right] = 0.37$$

Время работы в этом примере составляет 0,37 секунды.

Результирующая время/токовая характеристика в этом примере довольно близко соответствует характеристике старого электромеханического индукционного реле с диском IAC51.

#### Сигнал ошибки установки зависимого времени

Сигнал ошибки настройки зависимого времени активируется, если интерполяция с заданными параметрами невозможна. См. Глава 5.5 Защиты с зависимой выдержкой времени срабатывания подробнее.

#### Ограничения

Минимальная независимая задержка начинается с момента, когда измеренное значение в двадцать раз превышает ток уставки. Тем не менее, существуют ограничения при высоких значениях уставок из-за диапазона измерения. См. Глава 5.5

---

Защиты с зависимой выдержкой времени срабатывания

### 5.5.3 Программируемые зависимые кривые задержки времени срабатывания

Программирование зависимых кривых задержки требует Easergy Pro и перезагрузки устройства.

Точки кривой [ток, время] запрограммированы с использованием Easergy Pro . Существуют некоторые правила определения точек кривой:

- конфигурация должна начинаться с самой верхней строки
- порядок линии должен быть следующим: наименьший ток (наибольшее время задержки) сверху и наибольший ток (наименьшее время задержки) снизу
- все неиспользуемые линии (внизу) должны заполняться с помощью [1.00 0.00s]

Вот пример конфигурации точек кривой:

Точка	Ток I/I <sub>START</sub>	Задержка срабатывания
1	1.00	10,00 с
2	2.00	6,50 с
3	5.00	4,00 с
4	10,00	3,00 с
5	20.00	2,00 с
6	40.00	1,00 с
7	1.00	0,00 с
8	1.00	0,00 с
9	1.00	0,00 с
10	1.00	0,00 с
11	1.00	0,00 с
12	1.00	0,00 с
13	1.00	0,00 с
14	1.00	0,00 с
15	1.00	0,00 с
16	1.00	0,00 с

#### Сигнал ошибки установки зависимого времени

Зависимый сигнал ошибки установки времени активируется, если интерполяция с данными точками не срабатывает. См.Глава 5.5 Защиты с зависимой выдержкой времени срабатывания.

### **Ограничения**

Минимальная независимая задержка начинается с момента, когда измеренное значение в двадцать раз превышает ток уставки. Тем не менее, существуют ограничения при высоких значениях уставок из-за диапазона измерения. См. Глава 5.5 Защиты с зависимой выдержкой времени срабатывания.

## 5.6 Контроль синхронизма (ANSI 25)

ANSI 25	Фидер	Электродвигатель	Описание
P3U10			Реле включает функцию проверки синхронизма, которая проверяет синхронизацию перед подачей команды или при разрешении команды включения выключателя. Функция контролирует амплитуду напряжения, частоту и разность фазового угла между двумя напряжениями. Т.к. имеются два ступени, можно контролировать три напряжения. Напряжениями могут быть напряжение сборных шин и напряжение линии, а также напряжения шин смежных секций (секционный выключатель). Функция контроля синхронизма доступна, когда используется один из следующих аналоговых измерительных устройств и выбранный режим измерения:
P3U20			
P3U30	x	x	

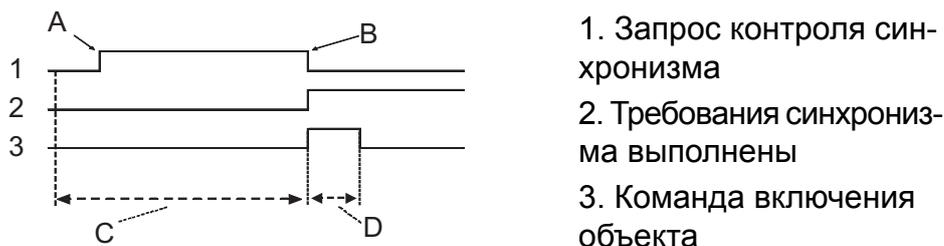
Режим измерения напряжения	Количество ступеней контроля синхронизма
3LN+LLy	1
3LN+LNy	1
2LL+U <sub>0</sub> +LLy	1
2LL+U <sub>0</sub> +LNy	1
LL+U <sub>0</sub> +LLy+LLz	2
LN+U <sub>0</sub> +LNy+LNz	2

### Соединения для контроля синхронизма

Напряжение, используемое для контроля синхронизма, всегда является линейным напряжением U<sub>12</sub>, даже если измеряется U<sub>L1</sub>. 1-я ступень контроля синхронизма всегда сравнивает U<sub>12</sub> с U<sub>12y</sub>. Можно выбрать сравниваемые напряжения для 2-й ступеней (U<sub>12</sub> / U<sub>12y</sub>, U<sub>12</sub> / U<sub>12z</sub>, U<sub>12y</sub> / U<sub>12z</sub>). См. Глава 9.6 Режимы измерения напряжения.

**Примечание** Для выполнения своей работы 2-я ступень контроля синхронизма преобразует напряжения фазных напряжений LN<sub>y</sub> и LN<sub>z</sub> в линейное напряжение U<sub>12</sub>. Таким образом, измеренное напряжение для LN<sub>y</sub> и LN<sub>z</sub> должно быть U<sub>1-N</sub>.

В выходной матрице и матрице логики доступны следующие сигналы ступени: «Запрос», «ОК» и «Сбой». Сигнал «запрос» активен, когда запрос получен, но выключатель еще не включен. Сигнал «ОК» активен, когда выполняются условия контроля синхронизма или выполняется критерий проверки напряжения. Сигнал «сбой» активируется, если функция не может завершить работу выключателя в течение отведенного времени. См. Рисунок 5.26.

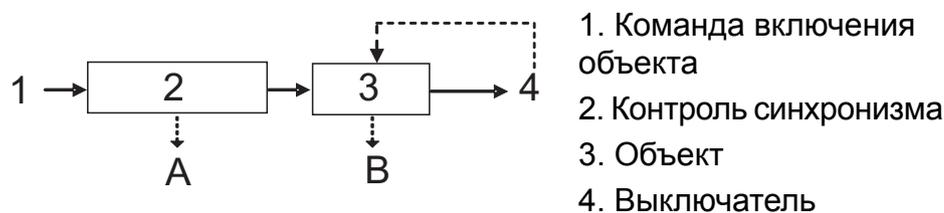


1. Запрос контроля синхронизма
2. Требования синхронизма выполнены
3. Команда включения объекта

- A. Выданная команда включения объекта (minic или bus) фактически выполняет только запрос контроля синхронизма
- B. Запрос проходит, когда запрашивается "реальное" включение объекта
- C. Во время контроля синхронизма, если процесс синхронизма длится дольше отведенного времени, сигнал "Синхронизация\_Сбой" активизирует "Истечение срока ожидания", определенный в контроле синхронизма
- D. Операция нормального включения объекта

Рисунок 5.26: Принцип функции контроля синхронизм

**Примечание** Управляющий импульс выбранного объекта должен быть достаточно длинным. Например, если напряжения находятся в противоположном направлении, условия проверки синхронизма выполняются через несколько секунд.



1. Команда включения объекта
2. Контроль синхронизма
3. Объект
4. Выключатель

A. Сигнал "Синхронизация\_Сбой", если процесс синхронизма длится дольше отведенного времени

B. Сигнал "Синхронизация\_Сбой", если «реальное» управление объектом не выполняется.

Уставки времени:

- Контроль синхронизма: макс время контроля синхронизма (~секунды)
- Объект: Макс длина импульса управления объектом (~200 мс)

Рисунок 5.27: Блок-схема контроля синхронизма и управления объектом

**Примечание** Подключение вторичных цепей трансформаторов напряжения к клемме реле зависит от выбранного режима измерения напряжения.

См. схемы соединений для ступени контроля синхронизма в Глава 9.6 Режимы измерения напряжения.

## Характеристики

**Таблица 5.6: Функция контроля синхронизма  $\Delta f$ ,  $\Delta U$ ,  $\Delta \phi$  (25)**

Режим контроля синхронизма ( $S_{MODE}$ )	Отключено; асинхр.; Синхр. *
Режим проверки напряжения ( $U_{MODE}$ )	DD; DL; LD; DD/DL; DD/LD; DL/LD; DD/DL/LD **
Время включения выключателя	0,04 – 0,6 с
$U_{DEAD}$ предел Уставки	10 – 120 % $U_N$
$U_{LIVE}$ предел Уставки	10 – 120 % $U_N$
Разность частот	0.01 – 1.00 Гц
Разность напряжений	1 – 60 % $U_N$
Разность фазных углов	2° – 90°
Истечение срока ожидания запроса	0,1 – 600,0 с
Диапазон срабатывания ступени	46,0 – 64,0 Гц
Козф. возврата. (U)	<0,97
Погрешность: - напряжение - частота - фазный угол - время срабатывания	$\pm 3$ % $U_N$ $\pm 20$ мГц $\pm 2^\circ$ (когда $\Delta f < 0,2$ Гц, или же $\pm 5^\circ$ ) $\pm 1\%$ or $\pm 30$ мс

\*)

- отключено = только проверка напряжения
- Асинхронный = Функция проверяет  $dU$ ,  $df$  и  $d$  угол. Скольжение и отклонение частоты  $df$  определяет оставшееся время для включения. Это время должно быть больше, чем “Время выключателя”.
- Синхронный = Выход защиты контроля синхронизации срабатывает в момент, когда разность углов равна нулю. В этом режиме уставка  $df$  должна быть достаточно малой (<0.3 Гц).

\*\*)

- Первая буква относится к опорному напряжению и вторая буква к сравниваемому напряжению.
- D(dead) означает, что при включении сторона должна быть «мертвой» (мертвая = напряжение ниже уставки минимального напряжения).
- L(live) означает, что сторона должна быть «живой» при включении (живой = напряжение выше уставки максимального напряжения).
- Пример: Режим DL для 1-й ступени: Сторона U12 должна быть «мертвой», а сторона U12у должна быть «живой».

**Примечание**  $U_{MODE}$  проверка используется только тогда, когда  $S_{MODE}$  выключен.

## 5.7 Минимальное напряжение (ANSI 27)

ANSI 27	Фидер	Электродвигатель	Описание
P3U10			Защита минимального напряжения используется для обнаружения снижения напряжения или определение ненормально низкого напряжения сети для отключения и сброса нагрузки или аварийного включения резерва. Функция измеряет три линейных напряжения. Защита ступени запускается, когда одно из них становится меньше уставки мин. напряжения ступени. Если снижение напряжения длится дольше, чем выбранное время задержки срабатывания, выдается сигнал срабатывания этой ступени.
P3U20			
P3U30	x	x	

### Блокировка во время отказа предохранителя трансформатора напряжения

Как и все ступени защиты, функция минимального напряжения может быть заблокирована любым внутренним или внешним сигналом с использованием матрицы блокирования. Например, если вторичное напряжение одного из измерительных трансформаторов исчезает из-за перегорания предохранителя (См. функцию контроля трансформатора напряжения в Глава 6.8 Контроль трансформатора напряжения (ANSI 60FL)). Сигнал блокировки может также поступать из пользовательской логики (См. Глава 4.7 Логические функции).

### Самоблокировка при низком напряжении

Ступени могут быть заблокированы с помощью отдельной настройки предельно низкого напряжения. При этой настройке конкретная ступень блокируется, когда наибольшее из трех линейных напряжений падает ниже заданного предела. Идея заключается в том, чтобы избежать нежелательного срабатывания защиты при отключении напряжения. Если время отключения меньше 0,08 с, уставка самоблокировки не должна быть меньше 15%, чтобы действие блокировки было достаточно быстрым. Самоблокировка может быть отключена выбором уставки нижнего предела, равного нулю.

Рисунок 5.28 показывает пример самоблокировки при низком напряжении.

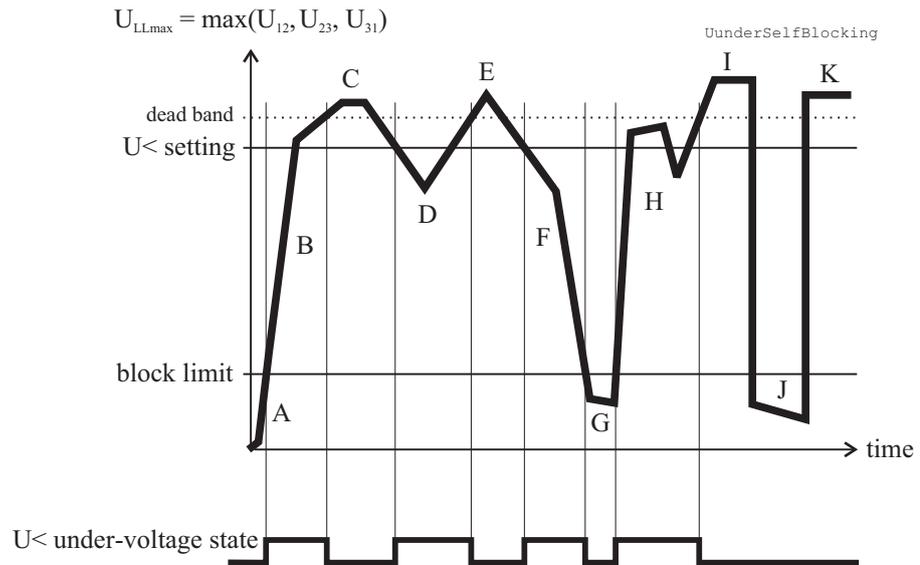


Рисунок 5.28: Минимальное напряжение и блокировка предельно низкого напряжения

- |   |   |
|---|---|
| <p><b>A</b> Максимумы трех линейных напряжений <math>U_{LLmax}</math> ниже уставки предельно низкого напряжения (block limit). Это не рассматривается как минимальное напряжение.</p> | <p><b>F</b> Это ситуация минимального напряжения.</p>   |
| <p><b>B</b> Напряжение <math>U_{LLmin}</math> выше предельно низкого напряжения, но ниже уставки мин. напряжения. Это ситуация минимального напряжения.</p>                           | <p><b>G</b> Напряжение <math>U_{LLmin}</math> ниже предельно низкого напряжения, и это не рассматривается как ситуация минимального напряжения.</p> |
| <p><b>C</b> Напряжение в норме, так как оно выше уставки мин. напряжения.</p>   | <p><b>H</b> Это ситуация минимального напряжения.</p>   |
| <p><b>D</b> Это ситуация минимального напряжения.</p>   | <p><b>I</b> Напряжение в норме.</p>   |
| <p><b>E</b> Напряжение в норме.</p>   | <p><b>J</b> То же самое, что и для G</p>  |
|   | <p><b>K</b> Напряжение в норме.</p>   |

### Три независимых ступени

Существуют три отдельно настраиваемые ступени:  $U <$ ,  $U <<$  and  $U <<<$ . Все эти ступени конфигурируются с независимой выдержкой времени срабатывания (DT).

### Группы настроек

Доступны четыре группы настроек для всех ступеней.

## Характеристики

**Таблица 5.7: Падение напряжения  $U<$  (27)**

Уставка пуска	20 – 120 % $U_N$ (шаг 1%)
Независимое время срабатывания: - время срабатывания	0,08** – 300,00 с (шаг 0,02)
Гистерезис (коэффициент возврата)	1,001 – 1,200 (0,1 – 20,0 %, шаг 0,1 %)
Уставка самоблокировки предельно низкого напряжения	0 – 80 % $U_N$
Время активации	Типичное время 60 м
Задержка отпущения	0.06 – 300.00 с (шаг 0,02 с)
Время сброса	<95 мс
Время задержки	<50 мс
Коэффициент возврата (предел блокировки)	0,5 В или 1.03 (3 %)
Коэффициент возврата	1,03 (зависит от уставки гистерезиса)
Погрешность: - Запуск - Блокировка - время срабатывания	$\pm 3\%$ от уставки $\pm 3\%$ от уставки или $\pm 0.5$ V $\pm 1\%$ or $\pm 30$ мс

**Таблица 5.8: Минимальное напряжение  $U<<$  (27)**

Уставка пуска	20 – 120 % $U_N$ (шаг 1%)
Независимое время срабатывания: - время срабатывания	0.06** – 300.00 s (шаг 0.02)
Гистерезис (коэффициент возврата)	1,001 – 1,200 (0,1 – 20,0 %, шаг 0,1 %)
Уставка самоблокировки предельно низкого напряжения	0 – 80 % $U_N$
Время активации	Типичное время 60 м
Время сброса	<95 мс
Время задержки	<50 мс
Коэффициент возврата (предел блокировки)	0,5 В или 1.03 (3 %)
Коэффициент возврата	1,03 (зависит от уставки гистерезиса)
Погрешность: - Запуск - Блокировка - время срабатывания	$\pm 3\%$ от уставки $\pm 3\%$ от уставки или $\pm 0.5$ V $\pm 1\%$ or $\pm 30$ мс

Таблица 5.9: Минимальное напряжение  $U_{<<<}$  (27)

Уставка пуска	20 – 120 % $U_N$ (шаг 1%)
Независимое время срабатывания: - время срабатывания	0.04** – 300.00 s (шаг 0.01)
Гистерезис (коэффициент возврата)	1,001 – 1,200 (0,1 – 20,0 %, шаг 0,1 %)
Уставка самоблокировки предельно низкого напряжения	0 - 80 % $U_N$
Время активации	Типичное время 30 мс
Время сброса	<95 мс
Время задержки	<50 мс
Коэффициент возврата (предел блокировки)	0,5 В или 1.03 (3 %)
Коэффициент возврата	1,03 (зависит от уставки гистерезиса)
Погрешность: - Запуск - Блокировка - время срабатывания	±3% от уставки ±3% от уставки или ±0.5 V ±1% от ±25 мс

\*\* ) Это мгновенное время, то есть минимальное общее время работы, включая время обнаружения неисправности и время срабатывания контактов отключения.

## 5.8 Защита активной мощности, направленная(ANSI 32)

ANSI 32	Фидер	Электродвигатель
P3U10		
P3U20		
P3U30	x	x

### Описание

Функцию Защиты активной мощности можно использовать, например, для отключения двигателя, если теряется напряжение питания и, таким образом, предотвращает переход двигателя в генераторный режим. Защита может также использоваться для обнаружения потери нагрузки двигателя.

Функция направленной мощности чувствительна к активной мощности. Для функции защиты активной мощности уставка пуска отрицательна. Для функции минимальной мощности используется положительное значение уставки пуска. Защита ступени запускается, когда активная мощность становится меньше уставки ступени и выдает сигнал пуска. Если снижение активной мощности длится дольше, чем выбранное время задержки срабатывания, выдается сигнал срабатывания этой ступени.

Диапазон уставки пуска защиты составляет от -200% до +200% от номинальной полной мощности  $S_N$ . Номинальная полная мощность определяется сконфигурированными значениями трансформаторов напряжения и тока .

Уравнение 5.6:

$$S_n = VT_{Rated Primary} \cdot CT_{Rated Primary} \cdot \sqrt{3}$$

Имеется две идентичных ступени, доступных с независимыми параметрами уставки.

### Группы настроек

Доступны четыре группы настроек для всех ступеней.

### Характеристики

**Таблица 5.10: Ступени направленной мощности P<, P<< (32)**

Уставка пуска	-200.0 to +200.0 %P <sub>M</sub> (шаг 0.5)
Независимое время задержки: - время срабатывания	0.3 – 300.0 s (шаг 0.1)
Время активации	Типичное время 200 мс
Время сброса	<500 мс
Коэффициент возврата	1,05

---

Погрешность: - Запуск - время срабатывания при независимом времени задержки	$\pm 3\%$ уставки пуска или $\pm 0.5\%$ номинального значения $\pm 1\%$ от $\pm 150$ мс
---	--

**Примечание** Когда уставка пуска составляет от +1 до + 200%, активируется внутренний блокировка, если макс. напряжение всех фаз падает ниже 5% от номинала.

## 5.9 Минимальная токовая защита в фазах(ANSI 37)

ANSI 37	Фидер	Электродвигатель	Описание
P3U10	x	x	степень минимальной токовой защиты измеряет основную гармоническую составляющую фазных токов.
P3U20	x	x	
P3U30	x	x	Степень I< настраивается с независимой выдержкой времени срабатывания.

Степень минимального тока защищает в большей степени устройство, приводимое в действие двигателем, например погружной насос, чем сам двигатель.

### Группы настроек

Для каждой ступени доступны четыре группы настроек.

### Характеристики

**Таблица 5.11: Защита мин. тока в фазах I< (37)**

Диапазон настройки тока	20 – 70 %I <sub>N</sub> or %I <sub>МОТ</sub> (шаг 1%)
Независимое время срабатывания: - время срабатывания	0.3 – 300.0 s (шаг 0.1)
Предел блокировки	15 % (фиксированный)
Время активации	Типичное время 200 мс
Время сброса	<450 мс
Коэффициент возврата	>1,05
Точность: - пуск - время срабатывания	±2% уставки пуска или ±0.5% номинального значения ±1 % or ±150 мс

**Примечание** Степень блокировки активируется, когда все фазные токи ниже предела блокировки.

## 5.10 Обрыв фазы (ANSI 46BC)

ANSI 46BC	Фидер	Электродвигатель	Описание
P3U10	x		<p>Степень дисбаланса предназначена для обнаружения условий дисбаланса нагрузки, например, оборванного провода сильно нагруженной воздушной линии в случае, если нет замыкания на землю. Работа функции разбалансированной нагрузки основывается на составляющей обратной последовательности <math>I_2</math> относительно составляющей прямой последовательности <math>I_2/I_1</math>. она рассчитывается для фазных токов тока с использованием метода симметричных составляющих. Функция требует, чтобы измерительные входы были подключены правильно, чтобы направление вращения фазных токов было таким, как в Глава 9.5.7 Примеры подключения. Защита от дисбаланса имеет независимое время срабатывания.</p>
P3U20	x		
P3U30	x		

$$K2 = \frac{I_2}{I_1}, \quad \begin{aligned} I_1 &= I_{L1} + aI_{L2} + a^2I_{L3} \\ I_2 &= I_{L1} + a^2I_{L2} + aI_{L3} \end{aligned}$$

$$\underline{a} = 1\angle 120^\circ = -\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}, \text{ константа вращения фазо-вращателя}$$

### Характеристики

**Таблица 5.12: Защита обрыв фазы (46BC) в режиме фидера в режиме фидера**

Уставки: - Диапазон уставки $I_2 / I_1$	2 – 70% (шаг 1%)
Независимое время задержки: - время срабатывания	1,0 – 600,0 с (шаг 0,1 с)
Время активации	Обычно 300 мс
Время сброса	<450 мс
Коэффициент возврата	<0,95
Погрешность: - пуск - время срабатывания	±1% - единица ±5% or ±200 мс

## 5.11 Максимальный ток обратной последовательности (ANSI 46)

ANSI 46	Фидер	Электродвигатель
P3U10		x
P3U20		x
P3U30		x

### Описание

Наличие составляющей обратной последовательности тока в двигателе является причиной появления в роторе токов двойной частоты. Это приводит к нагреву поверхности ротора, при этом имеющаяся тепловая емкость ротора намного меньше тепловой емкости всего электродвигателя. Таким образом, защита от перегрузки на основе среднеквадратичного тока (См. Глава 5.14 Тепловая защита (ANSI 49F/49M)) не способна защищать двигатель от увеличения тока обратной последовательности.

Защита основана на токе обратной последовательности основной гармонической составляющей тока. Доступны как независимая, так и обратозависимая характеристики времени срабатывания.

### Обратозависимая выдержка времени

Обратозависимая выдержка времени основана на следующем уравнении.:

Уравнение 5.7:  $T =$  Время срабатывания

$K_1 =$  Коэффициент выдержки времени

$$T = \frac{K_1}{\left(\frac{I_2}{I_{MOT}}\right)^2 - K_2^2}$$

$I_2 =$  Измеренный и рассчитанный фазный ток обратной последовательности, основная гармоника.

$I_{MOT} =$  Номинальный ток двигателя

$K_2 =$  Уставка пуска  $I_2 >$  в рИ. Максимально допустимая степень дисбаланса.

### Пример

$$K_1 = 15 \text{ с}$$

$$I_2 = 22.9 \% = 0.229 \times I_{MOT}$$

$$K_2 = 5 \% = 0.05 \times I_{MOT}$$

$$t = \frac{15}{\left(\frac{0.229}{1}\right)^2 - 0.05^2} = 300.4$$

Время работы в этом примере составляет пять минут.

### Больше ступеней (только с независимым временем срабатывания)

Если необходимо более одной ступени с независимым временем срабатывания для защиты от дисбаланса токов, можно использовать свободно программируемые ступени (глава Глава 5.35 Свободно программируемые ступени (ANSI 99)).

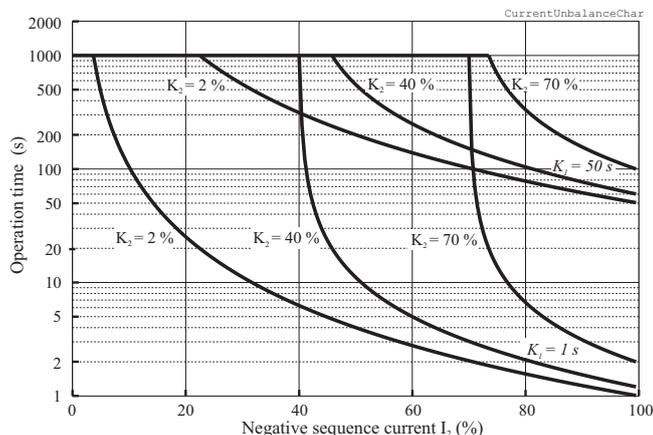


Рисунок 5.29: Обратная зависимость выдержки времени защиты макс. тока обратной последовательности  $I_2 >$  (ANSI 46). Наибольшая задержка срабатывания ограничена 1000 секундами (= 16 минут 40 с).

### Группы настроек

Доступны четыре группы настроек.

### Характеристики

Таблица 5.13: Обратная последовательность тока  $I_2 >$  (46) в режиме двигателя

Уставка пуска	2 – 70% (шаг 1%)
Независимое время срабатывания: - время срабатывания	1,0 – 600,0 с (шаг 0,1 с)
Обратнозависимая выдержка времени: - 1 характеристическая кривая - Множитель времени - Максимальное время задержки срабатывания	Inv 1 – 50 s (шаг 1) 1000 с
Время активации	Обычно 300 мс
Время сброса	<450 мс
Коэффициент возврата	<0,95
Погрешность: - пуск - время срабатывания	±1% - единица ±5% от ±200 мс

**Примечание** ступень работает, если все вторичные токи превышают 250 мА.

## 5.12 Неправильное чередование фаз / Максимальное напряжение обратной последовательности (ANSI 47)

ANSI 47	Фидер	Электродвигатель	Описание
P3U10		x	Неправильное чередования фаз предотвращает запуск электродвигателя в неправильном направлении, защищая, тем самым, нагрузку. Когда соотношение между током обратной и прямой последовательностью превышает 80%, а среднее значение трех фазных токов превышает $0,2 \times I_{MOT}$ во время пуска двигателя, ступень чередования фаз запускается и срабатывает с выдержкой через 100 мс.
P3U20		x	
P3U30		x	

### Группы настроек

Эта ступень имеет одну группу настроек.

### Характеристики

**Таблица 5.14: Неправильное чередование фаз  $I_2 \gg$  (47)**

Уставки:	80 % (фиксированный)
Время срабатывания	<120 мс
Время сброса	< 105 мс

**Примечание** Ступень блокируется, когда двигатель работает в течение 2 секунд.  
Ступень работоспособна, если хотя бы один из токов выше  $0,2 \times I_{MOT}$

## 5.13 Затянутый пуск, блокировка ротора (ANSI 48)

ANSI 48	Фидер	Электродвигатель
P3U10		x
P3U20		x
P3U30		x

### Описание

Ступень защиты от затянутого пуска защищает электродвигатель от продолжительных пусков при полном напряжении а режиме прямого пуска, вызванных, например, заторможенным ротором, слишком большой инерцией нагрузки или слишком низким напряжением. Эта функция чувствительна к основной гармонической составляющей фазных токов.

Ступень  $I_{ST}>$  может быть с независимой и обратнозависимой выдержкой времени.

Защита от затянутого пуска двигателя  $I_{ST}>$  измеряет основную гармоническую составляющую фазных токов.

Ступень  $I_{ST}>$  может конфигурироваться с характеристикой независимого времени срабатывания или обратнозависимого времени. Для слабого напряжения питания обратнозависимые характеристики полезны, предоставляя большее время для запуска, когда падение напряжения уменьшает пусковой ток и увеличивает время запуска. Уравнение 5.8 определяет обратнозависимое время. Рисунок 5.30 показывает пример обратнозависимых характеристик.

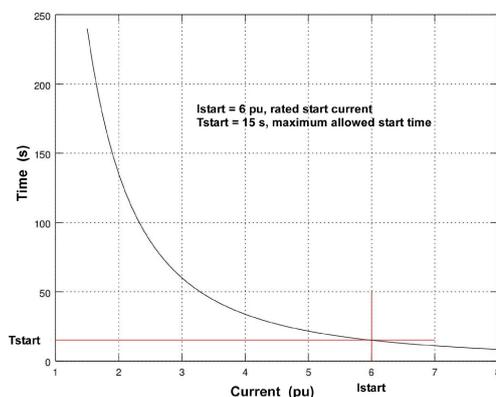


Рисунок 5.30: Пример обратнозависимой задержки времени срабатывания защиты затянутого пуска Если измеренный ток меньше заданного пускового тока  $I_{START}$ , время работы больше, чем указанное время запуска  $T_{START}$  и наоборот.

Уравнение 5.8:

$$T = \left( \frac{I_{START}}{I_{MEAS}} \right)^2 T_{START}$$

$T =$  Защиты с зависимой выдержкой времени срабатывания

$I_{START} =$  Номинальный пусковой ток электродвигателя “Ном пусковой ток двигателя”  $I_{MOTST}$ . По умолчанию составляет  $6,00 \times I_{MOT}$ .

$I_{MEAS} =$  Измеренный ток

$T_{START} =$  Максимально допустимое время запуска “коэфф. обр. зав.”  $k >$  для электродвигателя при номинальном напряжении.

Уставка пуска «Ток обнаружения пуска двигателя»  $I_{ST>}$  является начальным стартом начала обнаружения пускового тока. Несмотря на то что, ток был менее  $10\%$  of  $I_{MOT}$  а затем в течение  $200$  миллисекунд превышает уставку  $I_{ST>}$ , степень защиты затянутого пуска двигателя начинает отсчет времени работы  $T_{START}$ . Когда ток падает ниже  $120\% \times I_{MOT}$ , защита затянутого пуска двигателя ступени прекращает работу. Защита действует только при пуске двигателя.

### Блок-схема

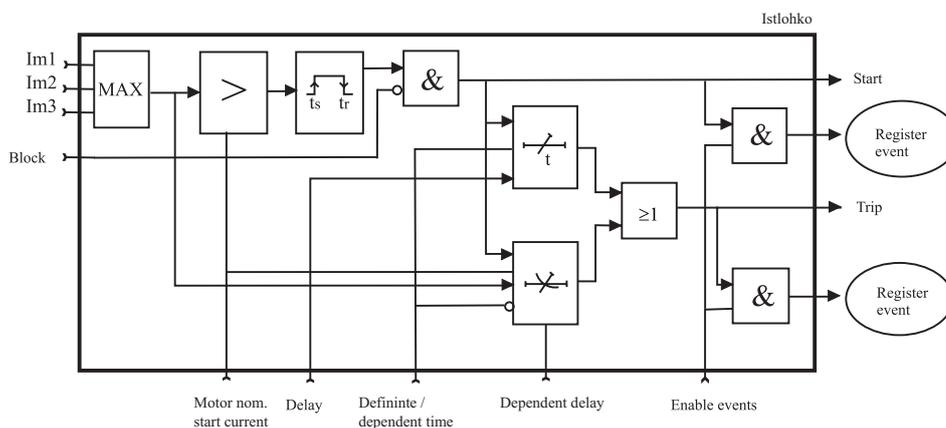


Рисунок 5.31: Блок-схема защиты затянутого пуска двигателя  $I_{ST>}$

### Состояние двигателя

Существует три возможных статуса для двигателя: остановлен, запущен или работает.

- Электродвигатель остановлен: Средний ток электродвигателя составляет менее  $10\%$  от номинального тока электродвигателя.

- Пуск двигателя: Чтобы подготовиться к пуску, электродвигатель должен быть остановлен как минимум на 500 мс перед пуском. Средний ток электродвигателя должен стать больше тока обнаружения пуска электродвигателя (значение уставки) за 200 мс. Процесс пуска электродвигателя будет продолжаться, пока не выполнены условия перевода в состояние вращения..
- Работа двигателя: Электродвигатель способен перейти в состояние вращения, как из остановленного, так и пускового положения. Нижним пределом для вращения электродвигателя является 20% от номинального тока электродвигателей и верхним пределом для электродвигателя является 120% от номинального тока электродвигателя.



Рисунок 5.32: Просмотр статуса двигателя через Easergy Pro и дисплей передней панели.

Статус двигателя можно просмотреть через программное обеспечение Easergy Pro или через дисплей передней панели реле. Состояние пуска и работы можно найти в матрице выходов и блокирующей матрице. Следовательно, эти сигналы можно использовать для отключения или индикации и для целей блокировки.

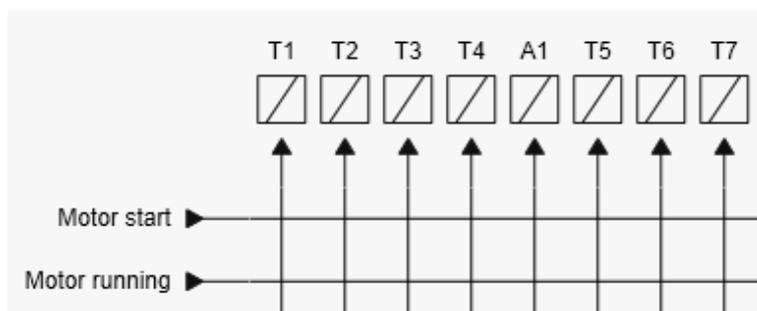


Рисунок 5.33: Состояние двигателя в матрице выходов и блокирующей матрице

### Мягкий старт

Приводы преобразователя частоты и устройства плавного пуска не инициируют сигнал пуска двигателя из-за низкого тока при пуске двигателя. При увеличении тока до определенного уровня двигатель переходит непосредственно из остановленного в работающее положение.

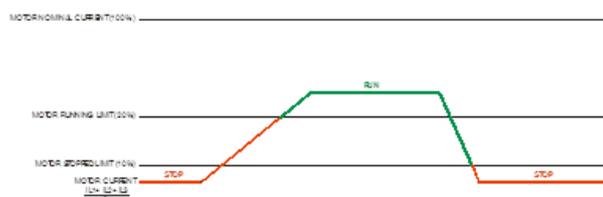


Рисунок 5.34: Условия плавного запуска

### Нормальная последовательность пуска.

По умолчанию для определения пуска двигателя реле использует значение, которое в шесть раз превышает номинальное значение двигателя.

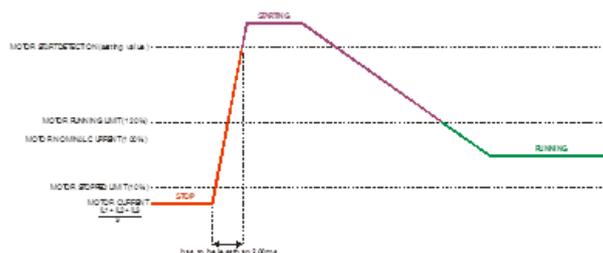


Рисунок 5.35: Условия нормальной последовательности пуска

### Группы настроек

Эта ступень имеет одну группу настроек.

## Характеристики

**Таблица 5.15: Защита затянутого пуска двигателя (48) в режиме двигателя**

Диапазон уставок: - Определение пускового тока двигателя, $I_{ST>}$ - Номинальный ток двигателя, $I_{MOTST}$	1.30 – 10.00 x $I_{MOT}$ (шаг 0.01) 1.50 – 10.00 x $I_{MOT}$ (шаг 0.01)
Тип задержки	DT, INV
X-ка независимого времени задержки (DT): - время срабатывания	1.0 – 300.0 s (шаг 0.1)**)
X-ка обратнoзависимого времени задержки (INV): - задержка срабатывания - зависимый временной коэффициент, k	1.0 – 300.0 s (шаг 0.1) 1.0 – 200.0 s (шаг 0.1)
Минимальное время остановки двигателя до начала пуска двигателя	500 мс
Время нарастания максимального тока от остановки до пуска электродвигателя	200 мс
Останавливающий предел электродвигателя	0,10 x $I_{MOT}$
Наименьший рабочий ток электродвигателя	0,20 x $I_{MOT}$
Наибольший рабочий ток электродвигателя	1,20 x $I_{MOT}$
Время активации	Типичное время 60 м
Время сброса	<95 мс
Коэффициент возврата	<0,95
Погрешность: - пуск - время срабатывания при независимом времени задержки - время срабатывания с IDMT функцией	±3% от заданного значения или 5 мА ±1% или от ±30 мс ±5% или как минимум ±30 мс

\*\* ) Это минимальное общее время работы, включая время обнаружения неисправности и время срабатывания контактов отключения.

**Примечание** Ограничения на останов двигателя и работы двигателя основаны на среднем значении трехфазного тока.

## 5.14 Тепловая защита (ANSI 49F/49M)

ANSI 49M	Фидер	Электро-двигатель
P3U10		x
P3U20		x
P3U30		x

### Описание

В режиме фидера функция тепловой защиты (ANSI 49F) защищает кабели от чрезмерного нагрева.

В режиме двигателя функция тепловой защиты (ANSI 49M) защищает двигатель от чрезмерного нагрева.

ANSI 49F	Фидер	Электро-двигатель
P3U10	x	
P3U20	x	
P3U30	x	

### Тепловая модель

Температура рассчитывается с использованием действующих значений фазных токов и тепловой модели согласно IEC60255-149. Действующее значение тока рассчитывается с учетом всех гармоник, вплоть до 15-ой..

Время задержки отключения:  $t = \tau \cdot \ln \frac{I^2 - I_P^2}{I^2 - a^2}$ ,  $\tau$  единица: секунда

Предупреждение:  $a = k \cdot k_{\Theta} \cdot I_{MODE} \cdot \sqrt{alarm}$  (предупреждение 60% = 0.6)

Отключение:  $a = k \cdot k_{\Theta} \cdot I_{MODE}$

Время возврата:  $t = \tau \cdot C_{\tau} \cdot \ln \frac{I_P^2}{a^2 - I^2}$ ,  $\tau$  единица: секунда

Отпускание аварийного отключения:  $a = \sqrt{0.95} \times k \times I_{MODE}$

Сброс пуска:  $a = \sqrt{0.95} \times k \times I_{MODE} \times \sqrt{alarm}$  (предупреждение 60% = 0.6)

$T =$  Время срабатывания

$\tau =$  Термическая постоянная времени tau (значение настройки)

$\ln =$  Натуральный логарифм

$I =$  Измеренный действующий фазный ток (максимальное значение трехфазных токов)

$I_p =$	Ток предварительной нагрузки, $I_p = \sqrt{\theta} \times k \times I_{MODE}$ (Если рост температуры составляет 120% $\rightarrow \theta = 1,2$ ). Этот параметр является памятью алгоритма и соответствует фактическому росту температуры.
$k =$	Коэффициент перегрузки (Максимальный непрерывный ток), т.е. коэффициент условий эксплуатации (значение настройки).
$k_{\theta} =$	Коэффициент температуры окружающей среды (допустимый ток из-за токр).
$I_{MODE} =$	Номинальный ток ( $I_N$ or $I_{MOT}$ )
$C_{\tau} =$	Постоянная времени охлаждения (значение настройки)

#### Постоянная времени для охлаждения(ANSI 49F)

Если охлаждение кабеля происходит медленнее, чем в нормальных рабочих условиях, коэффициент  $C_{\tau}$  может использоваться как постоянная времени охлаждения, когда ток меньше  $0.3 \times I_N$ .

#### Постоянная времени для охлаждения (ANSI 49M)

Если вентилятор двигателя остановлен, охлаждение происходит медленнее, чем при активном вентиле. Поэтому существует коэффициент  $C_{\tau}$  для тепловой постоянной, доступной для использования в качестве постоянной времени охлаждения, когда ток меньше  $0,3 \times I_{MOT}$ .

#### Теплоемкость, коэффициент обслуживания и температура окружающей среды

Уровень срабатывания определяется максимальным допустимым длительным током  $I_{MAX}$  что соответствует 100% повышению температуры  $\theta_{TRIP}$  например, теплоемкость двигателя (ANSI 49M) или кабель (ANSI 49F).  $I_{MAX}$  зависит от заданного коэффициента обслуживания  $k$  и температуры окружающей среды  $\theta_{AMB}$  и настройки  $I_{MAX40}$  и  $I_{MAX70}$  согласно следующему уравнению.

$$I_{MAX} = k \cdot k_{\theta} \cdot I_{MODE}$$

Значение коэффициента компенсации температуры окружающей среды  $k_{\theta}$  зависит от температуры окружающей среды  $\theta_{окр}$  и уставок  $I_{MAX40}$  и  $I_{MAX70}$ . См. Рисунок 5.36. Температура окружающей среды не используется, когда  $k_{\theta} = 1$ . Это справедливо, когда

- $I_{MAX40}$  составляет 1,0
- Сокр не доступно (нет датчика температуры окружающей среды)
- $\Theta_{окр}$  составляет +40 °С.

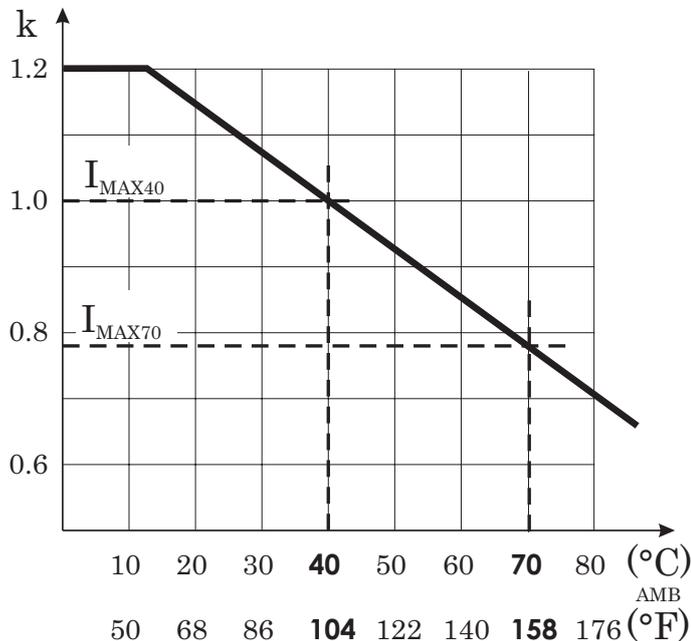


Рисунок 5.36: Температурная коррекция окружающей среды ступени T>

### Пример поведения тепловой модели

Рисунок 5.36 показывает пример поведения тепловой модели. В этом примере  $\tau = 30$  минут,  $k = 1.06$  и  $k\Theta = 1$  и ток был нулевым в течение длительного времени, и поэтому начальное повышение температуры составляет 0%. Через 50 минут ток изменяется до  $0,85 \times I_N$  or  $\times I_{МОТ}$  и повышение температуры начинает приближаться к значению  $(0.85/1.06)^2 = 64\%$  в соответствии с постоянной времени. В момент времени = 300 мин температура почти стабильна, а ток увеличивается до 5% сверх максимального, определяемому номинальным током и коэффициентом обслуживания k. Повышение температуры начинает приближаться к значению 110%. Примерно через 340 минут повышение температуры составляет 100%, и следует аварийное отключение.

### Рост начальной температуры после перезапуска

Когда реле включено, используется начальное повышение температуры на 70%. В зависимости от фактического тока расчетное повышение температуры начинает приближаться к окончательному значению.

## Функция предупреждения

Ступень тепловой перегрузки снабжена отдельно настраиваемой функцией сигнализации. Когда достигнут предел опасного повышения температуры, ступень активирует свой сигнал запуска предупреждения.

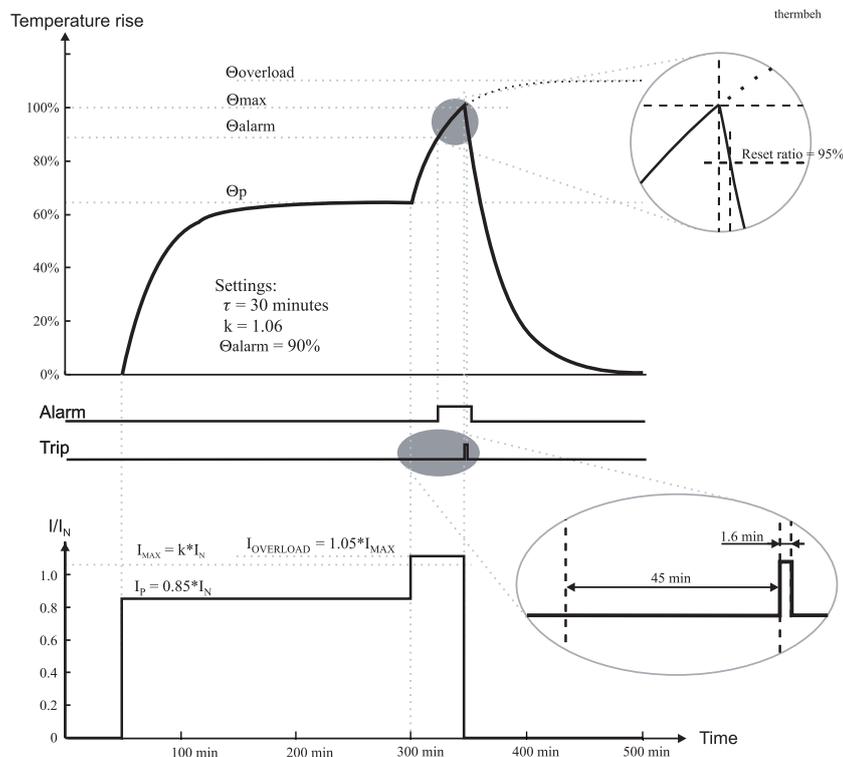


Рисунок 5.37: Пример поведения тепловой модели.

## Группы настроек

Эта ступень имеет одну группу настроек.

## Характеристики

Таблица 5.16: Термическая перегрузка (49F/49M)

Максимальный непрерывный ток	0.1 – 2.40 x $I_N$ or $I_{MOT}$ (шаг 0.01)
Диапазон настройки предупреждения	60 – 99 % (шаг 1%)
Постоянная времени $\tau$	2 – 180 Мин. (шаг 1)
Коэффициент времени охлаждения	1.0 – 10.0 x $\tau$ (шаг 0.1)
Максимальная перегрузка при +40°C	70 – 120 % $I_N$ or % $I_{MOT}$ (шаг 1)
Максимальная перегрузка при +70°C	50 – 100 % $I_N$ or % $I_{MOT}$ (шаг 1)
Температура окружающей среды	-55 – 125°C (шаг 1°)
Сброс (Start & trip)	0.95
Погрешность времени работы	Относительная погрешность $\pm 5\%$ или абсолютная погрешность 1 с. теоретической величины

## 5.15 УРОВ 1 (ANSI 50BF)

ANSI 50BF	Фидер	Электродвигатель
P3U10	x	x
P3U20	x	x
P3U30	x	x

### Описание

Резервная защита УРОВ, используется для отключения выключателя со стороны источника питания, если запрограммированные сигналы матрицы выходов, выбранные для управления основным выключателем, не сбросились в течение заданного времени после подачи команды на отключение. Контролируемый выходной контакт определяется настройкой в меню «Отслеживание реле отключения». Должно быть назначено также резервное выходное реле отключения в окне настроек меню "Матрица выходов".

Работа УРОВ основана на наблюдении за состоянием выбранного выходного реле и времени. Следующие сигналы выходной матрицы, когда они запрограммированы для использования, запускают функцию УРОВ:

- функции защиты
- функции управления
- поддерживающие функции
- сигналы GOOSE (по каналам связи)

Если сигнал длится больше времени, заданной в настройках ступени УРОВ, то ступень активирует другой выходной контакт, назначаемый настройкой МАТРИЦЫ ВЫХОДОВ. Выходной контакт остается включенным до тех пор, пока сигнал не будет сброшен. Ступень УРОВ контролирует все сигналы, подключенных к одному и тому же выбранному выходному реле.

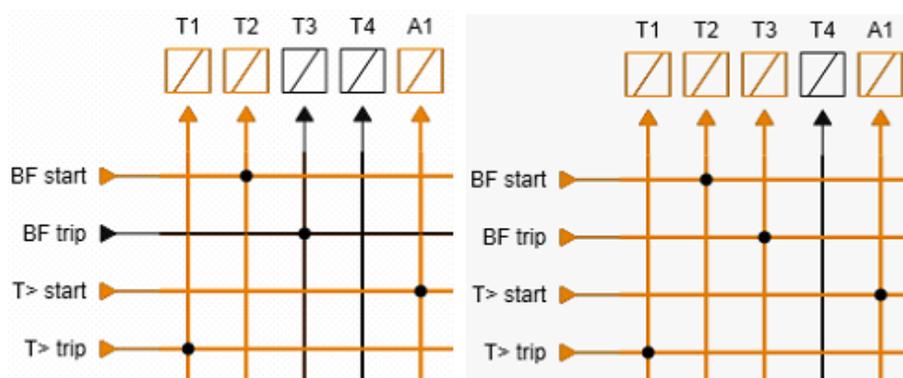


Рисунок 5.38: Сигналы пуска УРОВ и отключения выключателя запускаются одновременно (левый рисунок). Если  $T >$  времени отключения выключателя через выход  $T1$ , УРОВ активирует выход  $T3$ .

**Примечание** Для УРОВ всегда выбирается символ пересечения «Соединено» в окне настроек МАТРИЦЫ ВЫХОДОВ.

## Характеристики

**Таблица 5.17: Отказ выключателя (50BF)**

Выходные реле, подлежащие контролю	T1 – T7 (в соответствии с кодом заказа)
Независимое время задержки: - время срабатывания	0,1** – 10,0 с (шаг 0,1 с)
Погрешность: - время срабатывания	±20 мс

\*\* ) Это мгновенное время, то есть минимальное общее время работы, включая время обнаружения неисправности и время срабатывания контактов отключения.

## 5.16 Включение на повреждение (MT3 с ускорением) (ANSI 50HS)

ANSI 50HS	Фидер	Электродвигатель
P3U10	x	x
P3U20	x	x
P3U30	x	x

### Описание

Функция защиты Включение на повреждение (SOTF - Switch-OnTo-Fault) обеспечивает быстрое отключение, если автоматический выключатель включился на неисправную линию. Защита по току устранил неисправность только после окончания времени задержки срабатывания. Защита SOTF отключит выключатель без выдержки времени, если неисправность обнаружена сразу после включения выключателя.

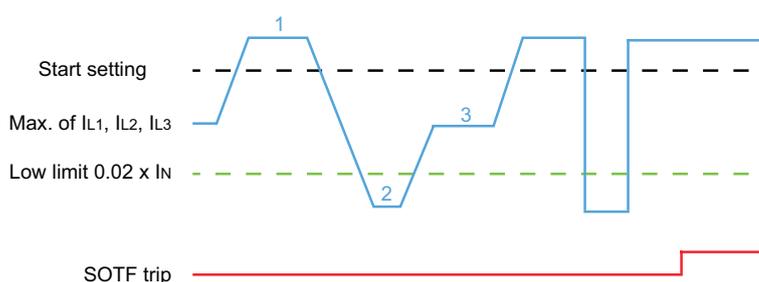


Рисунок 5.39: Функция Включение на повреждение срабатывает, когда выключатель был отключен, а ток замыкания достигает значения уставки пуска.

1. Защита Включение на повреждение не активируется, если выключатель не был отключен до неисправности. Отключенное положение выключателя определяется по условию, когда наибольший фазный ток меньше фиксированного порога ( $0,02 \times I_N$ ). Информация об отключенном положении выключателя может также поступать через дискретные входы (входы обнаружения мертвой линии = DI1 - DIx, VI1 - VIx). По умолчанию определение состояния выключателя основано на сравнении фазного тока с фиксированным порогом (определение "мертвой линии"), поэтому входной параметр обнаружения мертвой линии имеет значение "-".
2. Задержка обнаружения мертвой линии определяет, как долго должен быть отключен выключатель, чтобы включить функцию SOTF. Если установленная задержка времени включения защиты не завершена, а максимальное значение тока фазы (максимум  $I_{L1}, I_{L2}, I_{L3}$ ) превысит уставку пуска, SOTF не работает.
3. Если максимальное значение тока фазы  $I_{L1}, I_{L2}, I_{L3}$  возрастает до значения между нижним порогом и пусковым значением, а затем, если наибольшее значение тока фазы превысит уставку пуска до того, как не закончится время активного состояния SOTF, защита SOTF отключит выключатель. Если время активации SOTF после включения выключателя закончится, SOTF не формирует команду на отключение

выключателя, даже если значение тока превысит уставку пуска защиты.

### Группы настроек

Эта степень имеет одну группу настроек.

### Характеристики

**Таблица 5.18: Включение на повреждение SOTF (50HS)**

Уставка пуска	1.00 – 3.00 x $I_N$ (шаг 0.01)
Задержка определения "мертвой линии"	0.00 – 60.00 s (шаг 0.01)
Время активности SOTF после включения выключателя	0.10 – 60.00 s (шаг 0.01)
Время срабатывания	< 30 ms (Когда $I_M/I_{SET}$ соотношение > 1.5)
Время сброса	< 95 мс
Коэффициент возврата	<0,97
Погрешность	±3% от заданного значения или 5 мА

# 5.17 Максимальная токовая защита в фазах(ANSI 50/51)

ANSI 50/51	Фидер	Электродвигатель
P3U10	x	x
P3U20	x	x
P3U30	x	x

### Описание

MT3 в фазах используется для устранения коротких замыканий и перегрузок. Функция MT3 измеряет значение составляющей основной частоты фазных токов. Защита контролирует превышении уставки пуска максимальным током в любой из трех фаз. Если ток фазы станет больше уставки пуска в выбранной ступени, ступень выдает сигнал пуска. Если неисправностью длится дольше, чем установленное время задержки, выдается сигнал срабатывание.

### Блок-схема

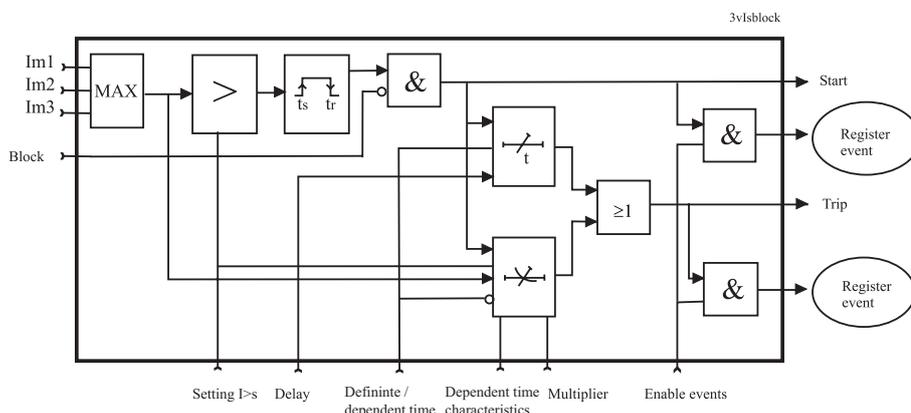


Рисунок 5.40: Блок-схема трехфазной MT3 ступень I>

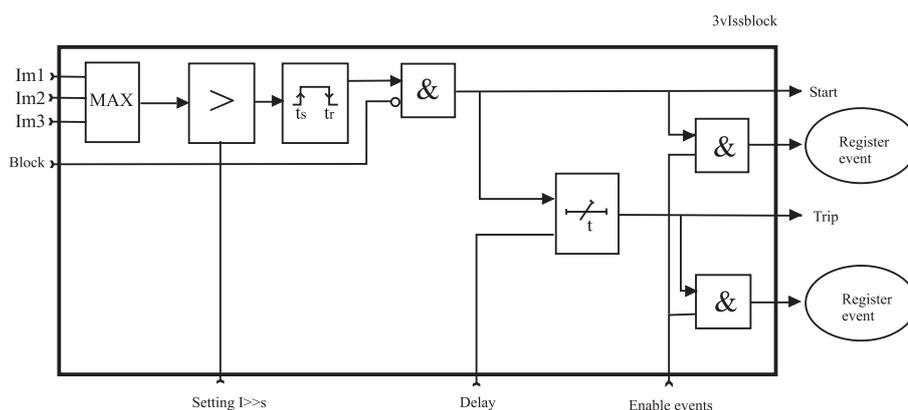


Рисунок 5.41: Блок-схема трехфазной MT3 ступень I>> и I>>>

### Три независимых ступени

Есть три отдельно регулируемых перегрузки по току. ступень: I>, I>> and I>>>. Первая ступень I> может быть настроена на независимое время задержки срабатывания(DT) или обратозависимое время задержки срабатывания (IDMT).

Ступень I>> и I>>> имеют независимое время задержки срабатывания. Используя независимое время задержки срабатывания и устанавливая задержку до минимума, получаем токовую отсечку(ANSI 50).

Рисунок 5.40 показывает функциональную блок-схему I> ступени перегрузки по току с независимым и обратнозависимым временем срабатывания. Рисунок 5.41 показывает функциональную блок-схему I>> и I>>> ступеней перегрузки по току с независимым временем срабатывания.

### **Защиты с зависимой выдержкой времени срабатывания**

Зависимое время срабатывания означает, что время срабатывания зависит от величины измеряемого тока, превышающего уставку пуска. Чем больше ток, тем меньше время срабатывания. Зависимые временные характеристики задержки описаны в Главе 5.5 Защиты с зависимой выдержкой времени срабатывания. Реле показывает масштабируемый график настроенной задержки на дисплее передней панели.

### **Лимитированное время задержки в обратно зависимые типах задержки**

Максимальный измеренный вторичный ток равен  $50 \times I_N$ . Это ограничивает диапазон применения *кривых с зависимой характеристикой времени задержки* при больших уставках пуска защиты. См. Глава 5.5 Защиты с зависимой выдержкой времени срабатывания.

### **Включение уставок гармонических составляющих**

Ступени токовых защит I> и I>> (50/51) имеют параметры настроек, учитывающие гармонические составляющие токов. Когда эти настройки активированы в выбранной ступени, рассчитывается сумма основной гармонической составляющей и всех измеряемых гармонических составляющих. Это свойство используется для расчета действующего значения тока для определения реальных условий нагрева. Время срабатывания больше на 5 мс если включено измерение

гармонических составляющих. Активируйте настройки "Включение гармоник" если МТЗ используется для тепловой защиты и известно, что в электросети присутствуют гармоники.

### **Запуск из холодного состояния и определение броска тока намагничивания**

См. Глава 6.3 Пуск холодной нагрузки и бросок тока намагничивания.

## Группы настроек

Для каждой ступени доступны четыре группы настроек.

## Характеристики

**Таблица 5.19: Перегрузка по фазе ступень I> (50/51)**

Уставка пуска	0.05 – 5.00 $xI_N$ or $xI_{MOT}$ (шаг 0.01)
Независимое время задержки: - время срабатывания	DT** 0.04 – 300.00 s (шаг 0.01 s)
IDMT кривые: - Семейство кривых - Тип кривой - Множитель времени k	(DT), IEC, IEEE, RI Prg EI, VI, NI, LTI, MI..., зависит от семейства * 0.025 – 20.0, исключая 0.50 – 20.0 для RXIDG, IEEE и IEEE2
Время активации	Типичное время 30 мс
Время сброса	<95 мс
Время задержки	<50 мс
Коэффициент возврата	<0,97
Переходное превышение, любое t	< 10 %
Погрешность: - Запуск - время срабатывания при независимом времени задержки - время срабатывания с IDMT функцией	$\pm 3\%$ от заданного значения или 5 мА $\pm 1\%$ or $\pm 25$ мс $\pm 5\%$ или как минимум $\pm 25$ мс**

**Таблица 5.20: MT3 ступень I>> (50/51)**

Уставка пуска	0.10 – 20.00 $xI_N$ or $xI_{MOT}$ (шаг 0.01)
Независимое время задержки: - время срабатывания	DT** 0,04 – 1800,00 с (шаг 0,01 с)
Время активации	Типичное время 30 мс
Время сброса	<95 мс
Время задержки	<50 мс
Коэффициент возврата	<0,97
Переходное превышение, любое t	< 10 %
Погрешность: - пуск - время срабатывания	$\pm 3\%$ от заданного значения или 5 мА $\pm 1\%$ or $\pm 25$ мс

Таблица 5.21: МТЗ ступень I&gt;&gt;&gt; (50/51)

Уставка пуска	0.10 – 40.00 xI <sub>N</sub> or xI <sub>МОТ</sub> (шаг 0.01)
Независимое время задержки: - время срабатывания	DT** 0.03 – 300.00 s (шаг 0.01 s)
Время задержки мгновенного зачения: I <sub>M</sub> / I <sub>SET</sub> соотношение > 1,5 I <sub>M</sub> / I <sub>SET</sub> соотношение 1,03 – 1,5	<30 мс <50 мс
Время активации	Типично 20 мс
Время сброса	<95 мс
Время задержки	<50 мс
Коэффициент возврата	0,97
Погрешность: - пуск - Время задержки срабатывания DT (I <sub>M</sub> /I <sub>SET</sub> соотношение > 1.5) - Время задержки срабатывания DT (I <sub>M</sub> /I <sub>SET</sub> соотношение 1.03 – 1.5)	±3% от заданного значения или 5 мА ±1% или ±15 мс ±1% or ±25 мс

\*) EI = Чрезвычайно обратнозависимый, NI = Нормальный обратнозависимый, VI = Очень обратнозависимый, LTI = Длительно обратнозависимое время, MI = Умеренно обратнозависимый

\*\*\*) Это мгновенное время, то есть минимальное общее время работы, включая время обнаружения неисправности и время срабатывания контактов отключения.

## 5.18 Максимальная токовая защита от замыканий на землю (ANSI 50N/51N)

ANSI 50N/51N	Фидер	Электродвигатель	Описание
P3U10	x	x	Ненаправленная защита от замыкания на землю служит для обнаружения замыканий на землю в сетях с глухозаземленной нейтралью или низкоомным сопротивлением заземлением нейтрали. В сетях с высокоомным сопротивлением заземления нейтрали, компенсированных сетях и сетях с изолированной нейтралью ненаправленная защита от замыкания на землю может использоваться как резервная защита.
P3U20	x	x	
P3U30	x	x	

Функция ненаправленного замыкания на землю измеряет основную гармоническую составляющую тока  $3I_0$ . Затухание третьей гармоники составляет более 60 дБ. Если измеряемый ток превысит уставку пуска в выбранной ступени, эта ступень активируется и выдает сигнал запуска. Если сверхток длится больше уставки времени задержки срабатывания, выдается сигнал срабатывания.

### Блок-схема

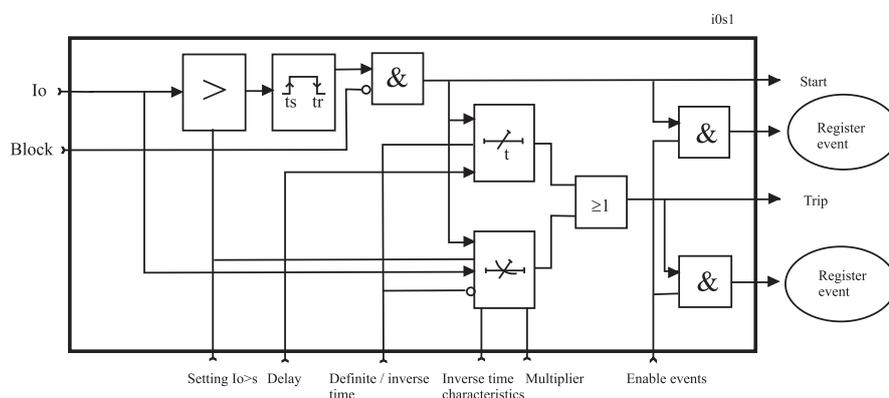


Рисунок 5.42: Блок-схема замыкания на землю Ступеней перегрузки по току  $I_0 >$

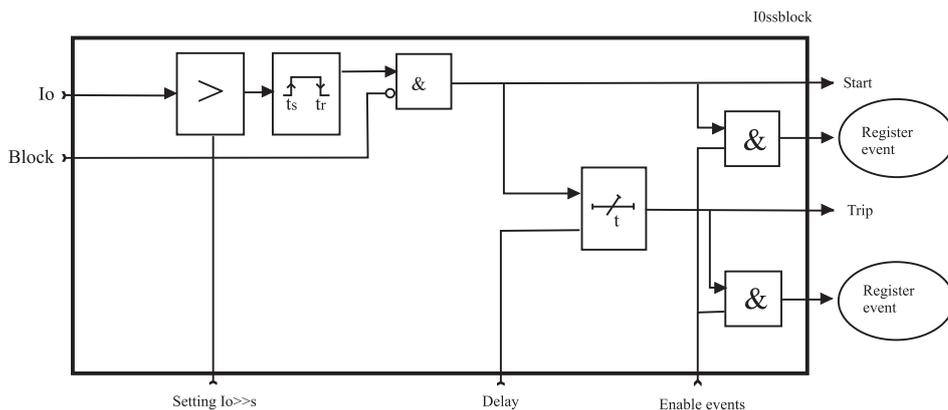


Рисунок 5.43: Блок-схема защиты замыкания на землю ступени  $I_{0>>}$ ,  $I_{0>>>}$ ,  $I_{0>>>>}$ ,  $I_{0>>>>>}$

### Выбор входного сигнала

Каждая ступень может подключаться для контроля к любыми следующими входам и сигналам:

- Вход  $I_0$  для всех сетей, кроме глухо заземленных.
- Вычисленный сигнал  $I_{0Calc}$  для глухо заземленных сетей и сетей с низкоомным сопротивлением заземления нейтрали.  $I_{0Calc} = I_{L1} + I_{L2} + I_{L3}$ .

### Обнаружение перемежающегося (периодических кратковременных замыканий) замыкания на землю

Кратковременное замыкание на землю заставляют защиту запускаться, но не вызывают отключение. Кратковременное замыкание означает один цикл или более.

Перемежающиеся замыкания на землю обычно вызваны молнией или временным контактом с посторонними предметами. Типичной причиной перемежающегося замыкания на землю является ветка дерева, периодически касающаяся фазного провода воздушной линии.

### Обнаружение перемеживающихся коротких замыканий на землю

Периодические кратковременные замыкания на землю происходят в компенсированных сетях при пробое изоляции и создают очень короткие, обычно  $< 1$  мс, токи короткого замыкания фазы на землю через дугу, когда заряд емкостей сети разряжается через дугу на землю. Существует специальная ступень  $I_{0INT}$  (ANSI 67NI) для обнаружения и селективного устранения таких неисправностей.

Когда кратковременные периодические замыкания на землю происходят достаточно часто, для устранения неисправности в сети вводится уставка времени перемежающегося замыкания на землю.

Когда в течение установленного промежутка времени происходит новый цикл кратковременного периодического замыкания на землю, счетчик задержки срабатывания не очищается между повторяющимися циклами повреждениями и степень в конечном итоге выполнит автоматическое отключение.

### **Пять или восемь независимых ступеней ненаправленных токовых защит замыкания на землю**

Есть пять независимо настраиваемых ступеней защиты замыкания на землю:  $I_0>$ ,  $I_0>>$ ,  $I_0>>>$ ,  $I_0>>>>$  и  $I_0>>>>>$ . Первая ступень  $I_0>$  может быть сконфигурирована с независимым (DT) или обратозависимым (IDMT) временем срабатывания. Остальные ступени имеют независимое время срабатывания. Используя независимое время срабатывания и устанавливая минимальное время задержки, получаем токовую отсечку (ANSI 50N)

Использование ступеней защит направленного замыкания на землю (Глава 5.27 Максимальная направленная токовая защита от замыканий на землю (ANSI 67N)) в ненаправленном режиме позволяют добавить еще три ступени защиты ненаправленного замыкания на землю с обратозависимой задержкой срабатывания.

### **Зависимая задержка времени срабатывания (только для ступени $I_0>$ )**

Зависимая задержка времени срабатывания означает, что задержка срабатывания зависит от величины тока, которая превышает уставку. Чем больше ток неисправности, тем быстрее происходит срабатывание. Такие обратозависимые задержки времени доступны для ступени  $I_0>$ . Реле показывает масштабируемый график настроенной задержки на дисплее передней панели.

### **Лимитированное время задержки в обратно зависимые типах задержки**

Максимальная измеряемая величина вторичного тока замыкания на землю  $10 \times I_{0N}$  а максимальный измеренный фазный ток равен  $50 \times I_N$ . Это ограничивает диапазон применения обратозависимых кривых для больших уставок по току.

### **Группы настроек**

Для каждой ступени доступны четыре группы настроек.

## Характеристики

Таблица 5.22: Замыкание на землю  $I_0 >$  (50N/51N)

Входной сигнал	$I_0$ (вход X1:7–8 от вход X1:7–9) $I_{0Calc} (= I_{L1} + I_{L2} + I_{L3})$
Уставка пуска	0.005–8.00 в отн. ед (если $I_0$ ) (шаг 0.001) 0.05–20.0 в отн. ед (если $I_{0Calc}$ )
Независимое время задержки: - время срабатывания	DT** 0.04** – 300.00 с (шаг 0.01 с)
IDMT кривые: - Семейство кривых - Тип кривой - Множитель времени k	(DT), IEC, IEEE, RI Prg EI, VI, NI, LT1, MI..., зависит от семейства* 0.025–20.0, исключая 0.50–20.0 для кривых RXIDG, IEEE and IEEE2
Время активации	Типичное время 30 мс
Время сброса	<95 мс
Коэффициент возврата	<0,95
Погрешность: - Запуск - Пуск (пиковый режим)  - время срабатывания при независимом времени задержки - время срабатывания с IDMT функцией	$\pm 2\%$ установленного значения или $\pm 0.3\%$ номинального значения  $\pm 5\%$ установленного значения или $\pm 2\%$ номинального значения (Синусоидальная волна <65 Гц)  $\pm 1\%$ от $\pm 25$ мс $\pm 5\%$ или как минимум $\pm 25$ мс**

Таблица 5.23: Замыкание на землю  $I_0 >>$ ,  $I_0 >>>$ ,  $I_0 >>>>$  (50N/51N)

Входной сигнал	$I_0$ (вход X1:7–8 от вход X1:7–9) $I_{0Calc} (= I_{L1} + I_{L2} + I_{L3})$
Уставка пуска	0.01–8.00 в отн. ед (если $I_0$ ) (шаг 0.01) 0.025–20.0 в отн. ед (если $I_{0Calc}$ ) (шаг 0.01)
Независимое время задержки: - время срабатывания	0.04** – 300.00 с (шаг 0.01 с)
Время активации	Типичное время 30 мс
Время сброса	<95 мс
Коэффициент возврата	<0,95
Погрешность: - пуск - Пуск (пиковый режим)  - время срабатывания	$\pm 2\%$ установленного значения или $\pm 0.3\%$ номинального значения  $\pm 5\%$ установленного значения или $\pm 2\%$ номинального значения (Синусоидальная волна <65 Гц)  $\pm 1\%$ от $\pm 25$ мс

Таблица 5.24: Замыкание на землю  $I_0 >>>>>$  (50N/51N)

Входной сигнал	$I_0$ (вход X1:7 – 8 или вход X1:7 – 9)
Уставка пуска	0.01 – 8.00 pu (шаг 0.01)
Независимое время задержки: - время срабатывания	0.03** – 300.00 s (шаг 0.01 s)
Время активации	Типично 20 мс
Время сброса	<95 мс
Коэффициент возврата	<0,95
Погрешность: - пуск - Пуск (пиковый режим)  - Время задержки срабатывания DT ( $I_M/I_{SET}$ соотношение > 1.5) - Время задержки срабатывания DT ( $I_M/I_{SET}$ соотношение 1.03 – 1.5)	$\pm 2\%$ установленного значения или $\pm 0.3\%$ номинального значения $\pm 5\%$ установленного значения или $\pm 2\%$ номинального значения (Синусоидальная волна <65 Гц) $\pm 1\%$ или $\pm 15$ мс $\pm 1\%$ от $\pm 25$ мс

\* $EI$  = Чрезвычайно обратнoзависимый,  $NI$  = Нормальный обратнoзависимый,  $VI$  = Очень обратнoзависимый,  $LT1$  = Длительно обратнoзависимое время,  $MI$  = Умеренно обратнoзависимый

\*\* $)$  Это минимальное общее время работы, включая время обнаружения неисправности и время срабатывания контактов отключения.

## 5.18.1

### Алгоритм обнаружения поврежденной фазы при однофазном замыкании на землю

#### Определение фазы

Было обнаружено напряжение смещения нейтрали.

Системой защиты с двумя ступенями обнаружена поврежденная фаза или фазы.

1. Алгоритм использует принцип дельта (открытый треугольник) для обнаружения поврежденной фазы / фаз.
2. Алгоритм подтверждает повреждение фазы с помощью сравнения угла между векторами тока нейтрали и тока предположительно поврежденной фазе

#### Сеть с глухозаземленной нейтралью

Когда в фазе L1 происходит прямое замыкание на землю, его ток увеличивается, создавая рассчитанный или измеренный ток нулевой последовательности с фазовым углом 0 градусов. Если ток замыкания на землю в фазе L1 меняет направление, его ток уменьшается, создавая рассчитанный или измеренный ток нулевой последовательности с фазовым углом 180 градусов.

Когда в фазе L2 происходит прямое замыкание на землю, его ток увеличивается, создавая рассчитанный или измеренный ток нулевой последовательности с фазовым углом -120 градусов. Если ток замыкания на землю в фазе L2 меняет направление,

его ток уменьшается, создавая рассчитанный или измеренный ток нулевой последовательности с фазовым углом 60 градусов. Когда в фазе L3 происходит прямое замыкание на землю, его ток увеличивается, создавая рассчитанный или измеренный ток нулевой последовательности с фазовым углом 120 градусов. Если ток замыкания на землю в фазе L3 меняет направление, его ток уменьшается, создавая рассчитанный или измеренный ток нулевой последовательности с фазовым углом -60 градусов.

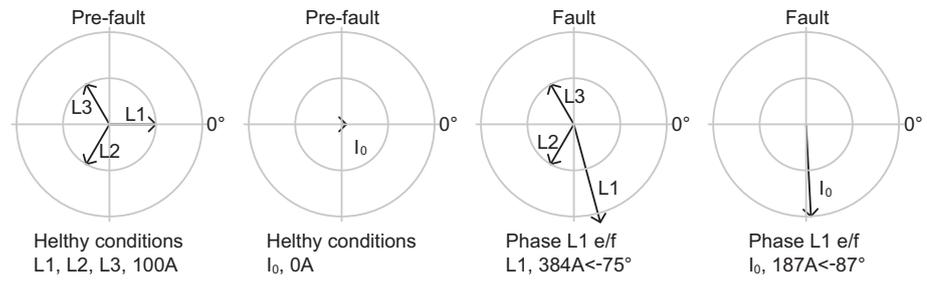
### Применение

Когда поврежденная фаза распознана, она записывается в журнал срабатывания защиты 50N (а также в список событий и на экран выводится аварийный сигнал). Эта функция записи и тока и направления неисправной фазы имеет галочку для включения / выключения в настройках защиты. Для компенсированной сети это не 100% надежный алгоритм, поскольку он зависит от степени компенсации сети. Поэтому для компенсированных сетей эту функцию можно отключить, чтобы избежать ложной работы. Для сетей с высокоомным сопротивлением нейтрали во всех группах уставок есть выпадающее меню для выбора между RES / CAP. RES - это значение по умолчанию, и оно предназначено для глухозаземленных сетей. Когда выбрано CAP, угол  $I_0$  корректируется в индуктивном направлении на 90 градусов, после чего происходит обнаружение поврежденной фазы.

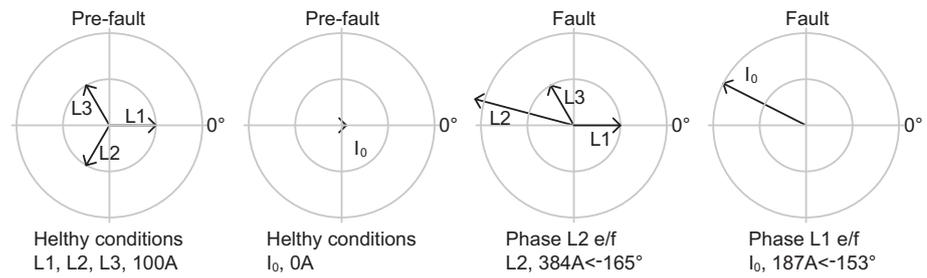
### Возможные результаты и условия для их обнаружений

- FWD L1  
Фаза L1 возрастает выше заданного предела и две другие фазы остаются внутри заданного (дельта) предела. Угол тока  $I_0$  составляет +/- 60 градусов от угла фазы L1.
- FDW L2  
Фаза L2 возрастает выше заданного предела и две другие фазы остаются внутри заданного (дельта) предела. Угол тока  $I_0$  составляет +/- 60 градусов от угла фазы L2.
- FDW L3  
Фаза L3 увеличивается выше заданного предела и две другие фазы остаются внутри заданного (дельта) предела. Угол тока  $I_0$  составляет +/- 60 градусов от угла фазы L3.
- FWD L1-L2  
Фазы L1 и L2 увеличиваются выше заданного предела и фаза L3 остается внутри заданного (дельта) предела. Угол тока  $I_0$  находится между углами фаз L1 и L2.
- FWD L2-L3  
Фазы L2 и L3 увеличиваются выше заданного предела и фаза L1 остается внутри заданного (дельта) предела. Угол тока  $I_0$  находится между углами фаз L2 и L3.
- FWD L3-L1  
Фазы L3 и L1 превышают установленный предел, а фаза L2 остается в пределах установленного (дельта) предела. Угол тока  $I_0$  находится между фазами L3 и L1.
- FWD L1-L2-L3  
Все три фазных тока увеличиваются выше заданного дельта предела.
- REV 1 (любая одна фаза)  
Одна фаза уменьшается ниже заданного дельта предела и две другие фазы остаются внутри дельта предела.
- REV 2 (любые две фазы)  
Две фазы уменьшаются ниже заданного дельта предела и третья фаза остается внутри дельта предела.
- REV 3 (все три этапа)  
Все три фазных тока уменьшаются ниже заданного дельта предела.

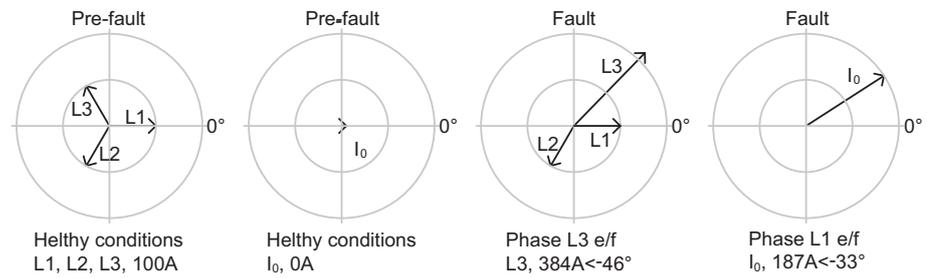
**Ниже приведены различные имитируемые сценарии повреждений**



**Рисунок 5.44: Фаза 1 прямая**



**Рисунок 5.45: Фаза 2 прямая**



**Рисунок 5.46: Фаза 3 прямая**

## 5.19 Небаланс конденсаторной батареи (ANSI 51C)

ANSI 51C	Фидер	Электродвигатель	Описание
P3U10	x		<p>Реле обеспечивает защиту конденсатора, фильтра и конденсаторной банки. Защите от небаланса конденсатора требуется ток IL1, чтобы поляризовать измерение небаланса.</p> <p>Кроме того, защита от небаланса очень чувствительна к внутренним повреждениям из-за сложной компенсации естественного небаланса. Тем не менее способ локализации придает защите новые возможности и позволяет легко осуществлять мониторинг технического состояния конденсаторных батарей.</p> <p>Эта схема защиты специально используется в схеме двойного соединения звезды конденсаторных батарей. Ток небаланса измеряется специальным трансформатором тока (например, 5A / 5A) между двумя точками нейтрали звезды батареи.</p> <p>Поскольку характеристики элементов конденсатора имеют приемлемые допуски, существует естественный ток небаланса между точками нейтрали банок конденсаторов. Этот естественный ток несбаланса может быть скомпенсирован для настройки защиты, чувствительной к реальным неисправностям внутри банок конденсаторов.</p>
P3U20	x		
P3U30	x		

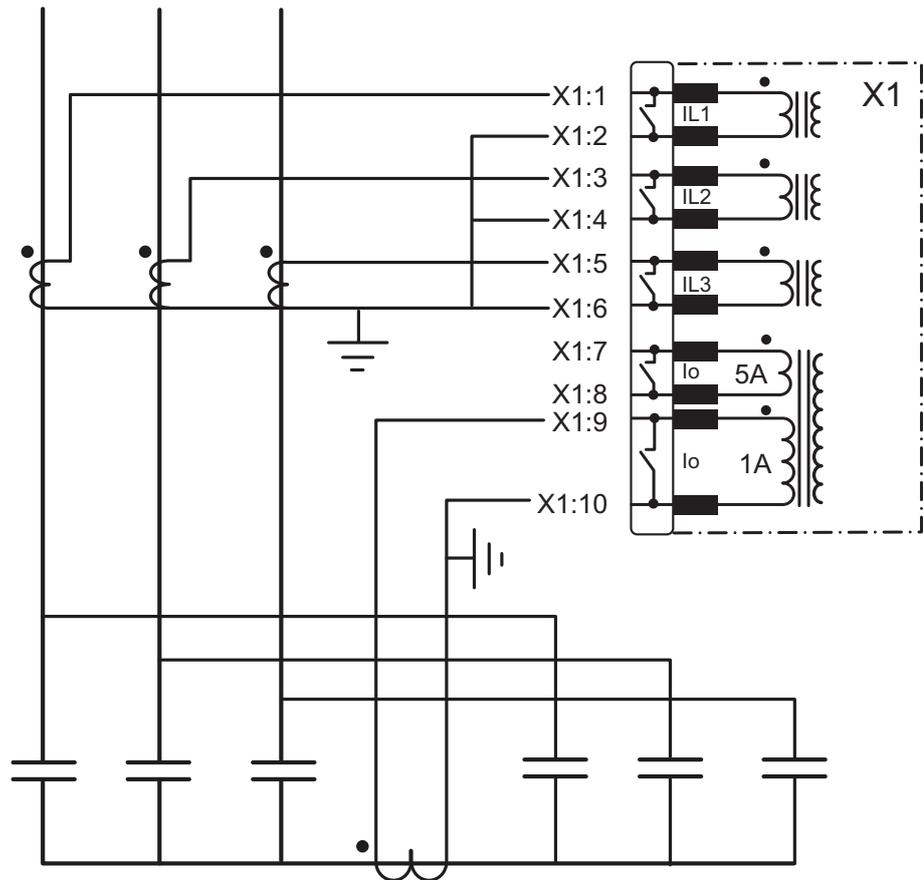


Рисунок 5.47: Типичное применение защиты банки конденсаторов защитным реле Easergy Sepam P3 relays

### Компенсационный метод

Этот метод заключается в компенсации естественного тока небаланса. Компенсация настраивается при вводе в эксплуатацию. Затем записываются фазы тока небаланса и одного фазного тока. Поэтому требуется одно поляризационное измерение. Когда вектор тока небаланса определяется относительно вектора тока  $I_{L1}$ , изменения или отклонения частоты не влияют на защиту. После записи измеренный ток небаланса соответствует нулевому уровню, и поэтому уставка ступени может быть очень чувствительной.

### Компенсация и местоположение

Самый сложный метод заключается в использовании метода компенсации, описанного выше, вместе с дополнительным свойством, которое локализует ветвь каждого неисправного элемента, а проще - перегоревший предохранитель.

Эта функция реализована в ступени  $I_0>>>>$ , в то время как другая ступень  $I_0>>>$  может по-прежнему функционировать как нормальная защита от небаланса по методу компенсации. Как правило, ступень  $I_0>>>>$  используется как аварийный сигнал, пока ступень  $I_0>>>$  отключает выключатель

Степень  $I_0>>>>$  должна быть настроена на основе рассчитанного изменения тока небаланса одного неисправного элемента. Это можно легко вычислить. Однако уставка должна быть, по крайней мере, на 10% меньше расчетного значения, поскольку существуют некоторые допуски в основном оборудовании, а также погрешности в цепи измерения реле. Тогда установленная выдержка времени ступени  $I_0>>>>$  не используется для отключения. Уставка времени указывает, как долго реле должно ждать, пока не будет уверено, что в банке есть неисправный элемент. По прошествии этого времени ступень  $I_0>>>>$  автоматически производит новую компенсацию, а измеренный ток небаланса для этого ступени теперь равен нулю. Обратите внимание, что автоматическая компенсация не влияет на измеренный ток небаланса ступени  $I_0>>>$ .

Если есть неисправность элемента в батарее, алгоритм проверяет фазный угол тока небаланса, связанный с фазным углом тока фазы  $I_{L1}$ . На основании этого угла алгоритм может увеличить показание счетчика соответствующих неисправных элементов (имеется шесть счетчиков).

Вы можете установить для ступени  $I_0>>>>$  допустимое количество неисправных элементов. Например, если установлено три элемента, четвертый неисправный элемент выдаст сигнал отключения.

Метод локализации неисправности используется для конденсаторов с встроенными предохранителями и банками фильтрации. Поэтому нет необходимости использовать его если нет предохранителей или применяются конденсаторы с внешними предохранителями и банками фильтрации.

## Характеристики

**Таблица 5.25: Небаланс конденсаторной батареи (51C)**

Уставка пуска	0.01-8.0 pu (шаг 0.01)
Время срабатывания	0.04 - 300 s (шаг 0.01)
Время активации	Типичное время 30 мс
Время сброса	<95 мс
Коэффициент возврата	0,95
Погрешность: - пуск - время срабатывания	±2% установленного значения или ±0.3% номинального значения ±1% от ±25 мс

## 5.20 Блокировка ротора (ANSI 51LR)

ANSI 51LR	Фидер	Электродвигатель	Описание
P3U10		x	Ступень защиты блокировки ротора $I_{lr}$ измеряет основную гармоническую составляющую фазных токов и вычисляет среднее значение измеренных трехфазных токов (= фазовый ток $I_L$ ).
P3U20		x	
P3U30		x	

Ступень защиты блокировки ротора защищает двигатель, когда слишком большая нагрузка или механическое повреждение двигателя вызывает торможение или остановку ротора во время работы двигателя.

Уставка ступени связана с номинальным пусковым током двигателя. Номинальный пусковой ток можно настроить в меню «Контроль запуска двигателя ступень» (ANSI 48).

Ступени защиты блокировки ротора настраиваются с независимой или обратозависимой задержкой времени срабатывания. Уравнение 5.9 определяет зависимость Задержку по времени.

Уравнение 5.9:

$$T = \left( \frac{I_{START}}{I_{MEAS}} \right)^2 k$$

$T =$                       Защиты с зависимой выдержкой времени срабатывания  
 $I_{START} =$                   Номинальный ток пуска двигателя  
 $I_{MEAS} =$                    Среднее значение измеренных фазных токов во время неисправности  
 $k =$                             Зависимый временной коэффициент

Когда вычисленный средний фазный ток  $I_L$  превышает уставку, ступень защиты блокировки ротора начинает отсчет времени задержки срабатывания. Отсчитанное время в ступени сбрасывается, когда среднее значение фазного тока  $I_L$  падает ниже уставки срабатывания. Ступень автоматически блокируется во время пуска двигателя. Для получения подробной информации о критериях состояния двигателя, См. Состояние двигателя.

### Блок-схема

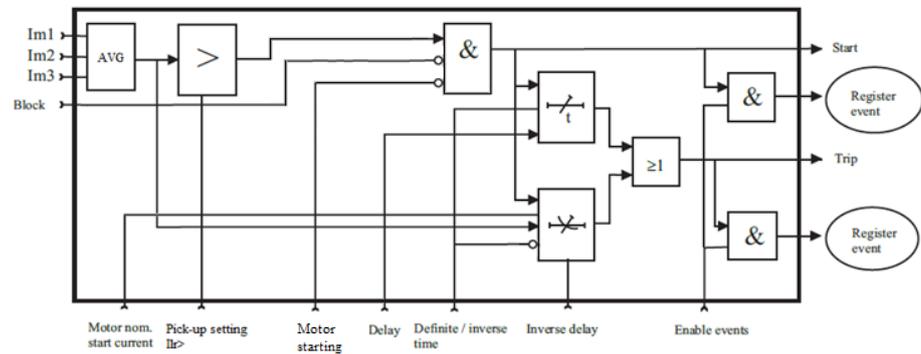


Рисунок 5.48: Блок-схема ступени защиты блокировка ротора  $I_{r>}$

### Группы настроек

Эта ступень имеет одну группу настроек.

### Характеристики

Таблица 5.26: Блокировка ротора (51LR) в режиме двигателя

Уставка пуска	10 – 100 % $I_{MOTSt}$ (шаг 0.1%)
Тип задержки	DT, INV
Х-ка независимого времени задержки (DT): - время срабатывания	1.0 – 300.0 s (шаг 0.1)**)
Х-ка обратнoзависимого времени задержки (INV): - Зависимый временной коэффициент, k	1.0 – 200.0 s (шаг 0.1)
Время активации	Типичное время 60 м
Время сброса	<95 мс
Коэффициент возврата	<0,95
Погрешность: - пуск - время срабатывания при независимом времени задержки - время срабатывания с IDMT функцией	$\pm 3\%$ от заданного значения или 5 мА $\pm 1\%$ или от $\pm 30$ мс $\pm 5\%$ или как минимум $\pm 30$ мс

\*\* ) Это минимальное общее время работы, включая время обнаружения неисправности и время срабатывания контактов отключения.

## 5.21 МТЗ в фазах с коррекцией по напряжению (ANSI 51V)

ANSI 51V	Фидер	Электродвигатель	Описание
P3U10			Типовое использование максимальной токовой защиты в фазах с коррекцией по напряжению $I_{V>}$ это защита от короткого замыкания генератора в ситуации, когда статическая система возбуждения генератора подается только от клемм генератора. Другими возможными ситуациями являются условия, при которых уровень тока неисправности зависит от источников, подпитывающих неисправность.
P3U20			
P3U30	x	x	

Для этих ситуаций срабатывание работа МТЗ с большими уставками должна быть дополнена максимальной токовой защитой в фазах с коррекцией по напряжению. При близких коротких замыканиях ток короткого замыкания быстро уменьшается, что ставит под угрозу срабатывание МТЗ.

Характеристика зависимости от функции максимального тока, зависящей от напряжения, показана на Рисунке 5.49.

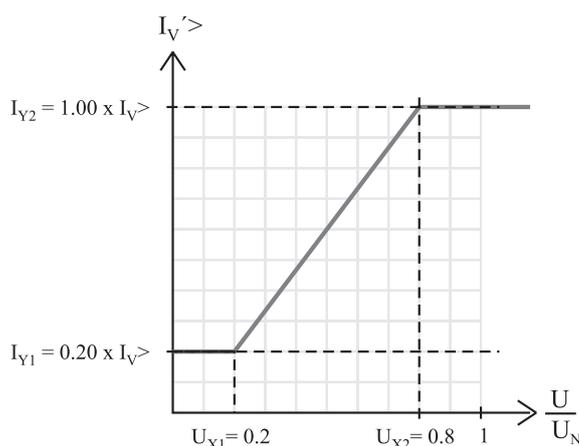


Рисунок 5.49: Характеристики зависимой от напряжения максимальной токовой функции  $I_{V>}$ .

Когда напряжение на клеммах генератора или на шине падает ниже уставки напряжения, уставка пуска максимальной токовой защиты в фазах с коррекцией по напряжению ступень ступени  $I_{V>}$  также начинает падать линейно в соответствии с характеристической кривой контролируемого напряжения. См. Рисунок 5.49.

Когда параметры настройки выбираются в соответствии с Рисунок 5.50, функция называется регулируемой по напряжению.

**Примечание** Функция максимальной токовой защиты в фазах с коррекцией по напряжению может использоваться как нормальная уставка больших токов перегрузки в ступени  $I_{>>>}$  если для  $I_{Y1}$  и  $I_{Y2}$  установлено значение близкое к 100%.

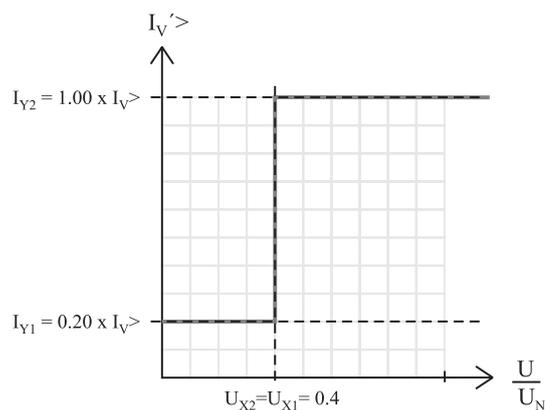


Рисунок 5.50: Характеристики максимальной токовой защиты в фазах с коррекцией по напряжению

Параметры настройки напряжения  $U_{X1}$  и  $U_{X2}$  пропорциональны номинальному напряжению генератора или сборной шины. Они определяют пределы напряжения, в пределах которых пуск защиты максимального тока блокируется. Множители  $I_{Y1}$  и  $I_{Y2}$  используются для выбора области уставки пуска функции максимальной токовой защиты в фазах с коррекцией по напряжению пропорционально уставкам по напряжению  $U_{X1}$  и  $U_{X2}$ .

Степень максимальной токовой защиты в фазах работает с независимой задержкой времени срабатывания. Уставка по току  $I_V >$  и время задержки срабатывания  $t >$  задается пользователем.

### Запуск из холодного состояния и определение броска тока намагничивания

См.Глава 6.3 Пуск холодной нагрузки и бросок тока намагничивания.

### Группы настроек

Доступны четыре группы настроек.

## Характеристики

**Таблица 5.27: Максимальная токовая защита в фазах с коррекцией по напряжению  $I_{V>}$  (51V)**

Уставки:	
- $I_{V>}$	0.50 – 4.00 x $I_{GN}$
- $U_{X1}$ , $U_{X2}$	0 – 150 %
- $I_{Y1}$ , $I_{Y2}$	0 – 200 % $I_{V>}$
Независимое время задержки:	
- время срабатывания	0.08** – 300.00 s (шаг 0.02 s)
Время активации	Типичное время 60 м
Время сброса	<95 мс
Время задержки	<50 мс
Коэффициент возврата	<0,97
Переходное превышение, любое $t$	< 10 %
Погрешность:	
- пуск	±3% установленного значения
- время срабатывания при независимом времени задержки	±1% от ±30 мс

\*\* ) Это мгновенное время, то есть минимальное общее время работы, включая время обнаружения неисправности и время срабатывания контактов отключения.

## 5.22 Максимальное напряжение, линейное или фазное (ANSI 59)

ANSI 59	Фидер	Электродвигатель	Описание
P3U10			Защита от перенапряжения используется для обнаружения слишком высоких напряжений в системе или для проверки наличия нормального напряжения для автоматического ввода резерва.
P3U20			
P3U30	x	x	

Защита от перенапряжения измеряет основную гармоническую составляющую линейного напряжения независимо от режима измерения напряжения (Глава 9.6 Режимы измерения напряжения). При использовании линейных напряжений любое перенапряжение в фазах при однофазных замыканиях на землю не влияет на линейное напряжение. (Контроль замыкания на землю это функция только защиты от замыкания на землю). Если любое из трех линейных напряжений станет больше уставки пуска в выбранной ступени, ступень выдает сигнал пуска. Если неисправность длится дольше, чем установленное время задержки, выдается сигнал срабатывания.

В глухозаземленных четырехпроводных сетях с нагрузками, включенными между фазой и нейтралью, защита от перенапряжения может потребоваться и для фазных напряжений. В таких случаях могут использоваться программируемые ступени. Глава 5.35 Свободно программируемые ступени (ANSI 99).

### Три независимых ступени

Есть три отдельно настраиваемых ступени: U>, U>> and U>>>. Все ступени могут быть сконфигурированы с независимым временем (DT) срабатывание.

### Конфигурируемая задержка отпущения

Ступень U> имеет настраиваемую задержку сброса, которая позволяет отстроиться от кратковременных повторяющихся отклонений напряжения. Это означает, что счетчик времени функции защиты не сбрасывается сразу после устранения неисправности, а сбрасывается после истечения задержки на отключение. Если неисправность появляется снова до истечения времени задержки отпущения, счетчик задержки продолжает отсчет от предыдущего значения. Это означает, что защита в конечном итоге сработает, если неисправность повторяется достаточно часто.

### Конфигурируемый гистерезис

По умолчанию мертвая зона составляет 3%. Это означает, что защита не сбросится до тех пор, пока напряжение не упадет ниже 97% от уставки пуска. В применениях защиты с

высокой чувствительностью требуется меньший гистерезис. Например, если пуск защиты составляет всего лишь 2% выше нормального уровня напряжения, гистерезис должен быть менее 2%. В противном случае ступень не сбросится после срабатывания.

### Блок-схема

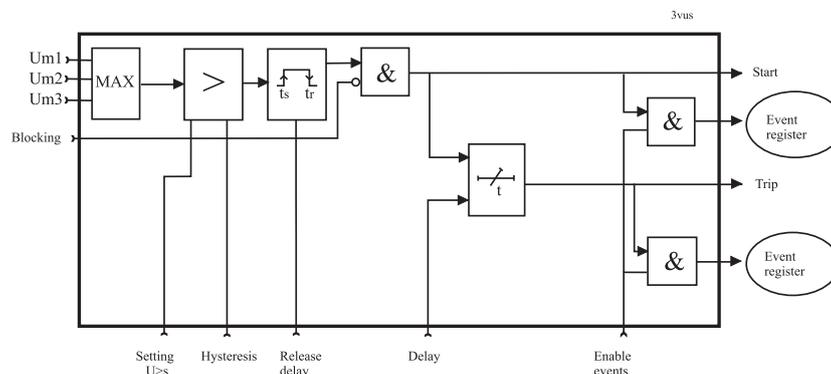


Рисунок 5.51: Блок-схема ступеней перенапряжения трехфазной системы  $U>$ ,  $U>>$  и  $U>>>$

### Группы настроек

Для каждой ступени доступны четыре группы настроек.

### Характеристики

Таблица 5.28: Ступень перенапряжения  $U>$  (59)

Уставка пуска	50 – 150 % $U_N$ (шаг 1%)
Независимое время срабатывания: - время срабатывания	0,08** – 300,00 с (шаг 0,02)
Гистерезис	0.99 – 0.800 (0.1 – 20.0 %, шаг 0.1 %)
Время активации	Типичное время 60 м
Задержка отпускания	0.06 – 300.00 s (шаг 0.02)
Время сброса	<95 мс
Время задержки	<50 мс
Погрешность: - пуск - время срабатывания	$\pm 3\%$ от уставки $\pm 1\%$ от $\pm 30$ мс

**Таблица 5.29: Степень перенапряжения  $U >>$  (59)**

Уставка пуска	50 – 150 % $U_N$ (шаг 1%)
Независимое время срабатывания: - время срабатывания	0.06** – 300.00 s (шаг 0.02)
Гистерезис	0.99 – 0.800 (0.1 – 20.0 %, шаг 0.1 %)
Время активации	Типичное время 60 м
Время сброса	<95 мс
Время задержки	<50 мс
Погрешность: - Запуск - время срабатывания	$\pm 3\%$ от уставки $\pm 1\%$ от $\pm 30$ мс

**Таблица 5.30: Степень перенапряжения  $U >>>$  (59)**

Уставка пуска	50 – 160 % $U_N$ (шаг 1%)
Независимое время срабатывания: - время срабатывания	0.04** – 300.00 s (шаг 0.01)
Гистерезис	0.99 – 0.800 (0.1 – 20.0 %, шаг 0.1 %)
Время активации	Типичное время 30 мс
Время сброса	<95 мс
Время задержки	<50 мс
Погрешность: - пуск - время срабатывания	$\pm 3\%$ от уставки $\pm 1\%$ от $\pm 25$ мс

\*\* ) Это мгновенное время, то есть минимальное общее время работы, включая время обнаружения неисправности и время срабатывания контактов отключения.

## 5.23 Защита конденсатора от перенапряжения (ANSI 59C)

ANSI 59C	Фидер	Электродвигатель	Обычная конструкция конденсаторных батарей допускает непрерывную работу с синусоидальным номинальным напряжением при номинальной частоте в соответствии с нормальными рабочими пределами параметров напряжения в энергосистеме. Разрешается кратковременное превышение напряжения, но конденсаторная батарея должна быть отключена, чтобы избежать перегрузки конденсаторов.
P3U10	x		
P3U20	x		
P3U30	x		

### Описание

Степень защиты трехфазной конденсаторной банки Y-типа от перенапряжения использует измеренные токи конденсаторов. Измерения напряжения не требуются.

В фильтрах, особенно, гармоники и их зависимость от фазных углов, могут увеличить пиковое напряжение. Степень вычисляет наибольшее перенапряжение в относительных единицах, используя Уравнение 5.10 (IEC 60871-1). Учитываются гармоники вплоть до 15-й.

Уравнение 5.10:

$$U_c = \frac{X_c}{U_{CLN}} \sum_{n=1}^{15} \frac{I_n}{n}$$

где

Уравнение 5.11:

$$X_c = \frac{1}{2\pi fC}$$

$U_c$  = Амплитуда чистой синусоиды с частотой основной гармонической составляющей измеряемого напряжения, пиковое значение которого соответствует максимально возможному пиковому значению фактического напряжения, включая гармоники, для конденсаторных банок с Y-типом соединения.

$X_c$  = Реактивное сопротивление конденсатора измеренной частоты

$U_{CLN}$  = Номинальное напряжение емкости C.

$n$  = Порядковый номер гармоники.  $n = 1$  для гармонической составляющей основной частоты  $n = 2$  для 2й гармоники и т.д.

$I_N =$   $n$ -я гармоника емкого тока.  $n = 1 - 15$ .

$f =$  Средняя измеренная частота.

$c =$  Однофазная емкость между фазой и нейтралью звезды. Это значение настройки  $C_{SET}$ .

Уравнение 5.10 дает максимально возможное напряжение, в то время как фактическое напряжение зависит от фазных углов гармонических составляющих.

Защита пускается по наибольшему напряжению одного из трех фазных напряжений. Если любое из трех фазных напряжений станет больше уставки пуска в выбранной ступени, ступень выдает сигнал пуска. Если неисправность длится дольше, чем установленное время задержки, выдается сигнал срабатывания.

### Реактивная мощность конденсаторной батареи

Номинальная реактивная мощность рассчитывается следующим образом:

Уравнение 5.12:

$$Q_N = 2\pi f_N U_{CLN}^2 C_{SET}$$

$Q_N =$  Номинальная реактивная мощность трехфазной конденсаторной батареи

$f_N =$  Номинальная частота. 50 Гц или 60 Гц. Это определяется автоматически или в особых случаях, задается пользователем с параметром адаптированный частоты.

$U_{CLN} =$  Номинальное напряжение одного конденсатора.

$C_{SET} =$  В качестве параметра настройки используется однофазное значение емкости.

### Конденсаторная банка состоящая из трех отдельных конденсаторов, соединенных в звезду (III Y)

В этой конфигурации конденсаторная банка состоит из трех однофазных секций без внутренних соединений между секциями. Три секции связаны внешними связями по схеме звезды (Y). В качестве уставки используется значение однофазной емкости относительно нейтрали звезды.

Уравнение 5.13:

$$C_{SET} = C_{NamePlate}$$

$C_{SET}$  есть емкость каждого конденсатора.

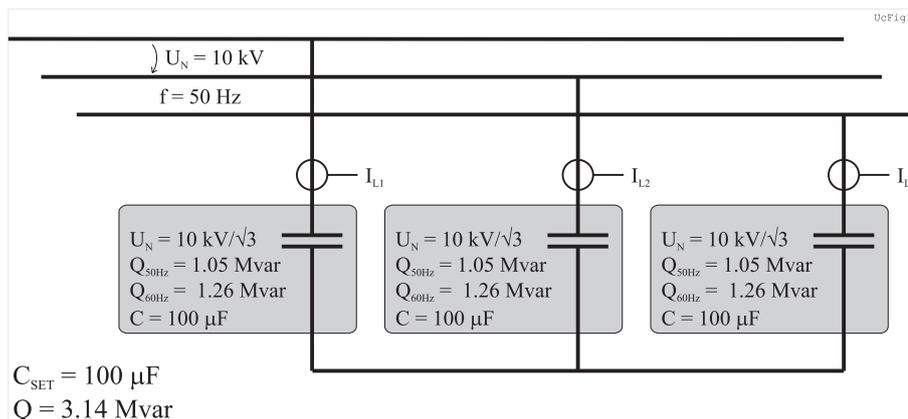


Рисунок 5.52: Конденсаторная банка состоящая из трех отдельных конденсаторов, соединенных в звезду (III Y). Емкость каждого конденсатора составляет 100 мкФ, и это значение также используется в качестве параметра настройки.

### Конденсаторная банка состоящая из трех отдельных конденсатора с внутренними связями, соединенных в звезду (Y)

В этой конфигурации конденсаторная банка состоит из трех однофазных конденсаторов с внутренними соединениями между ними, соединенных в звезду (Y).

В качестве параметра настройки используется однофазное значение емкости.

Уравнение 5.14:

$$C_{SET} = 2C_{AB}$$

C<sub>AB</sub> это имя пластины емкость, которая равна емкости между фазами А и В.

Реактивная мощность вычисляется с использованием Уравнение 5.12.

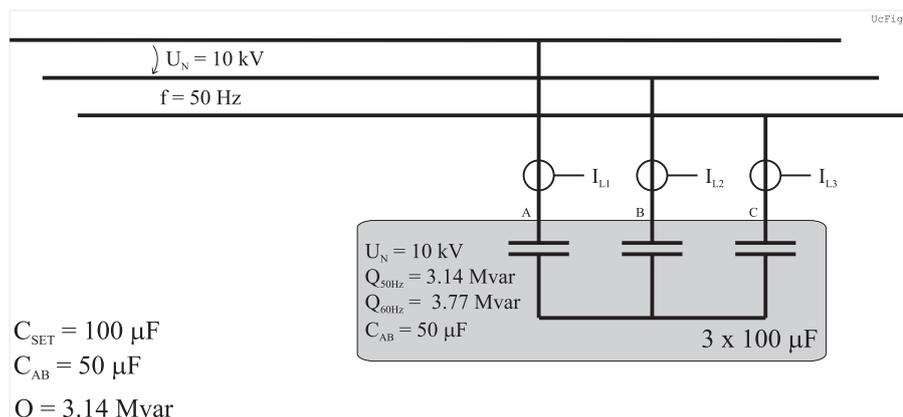


Рисунок 5.53: Конденсаторная банка состоящая из трех отдельных конденсаторов с внутренними связями, соединенных в звезду (Y). Емкость между фазами A и B составляет 50 мкФ, а эквивалентная емкость от фазы до нейтрали составляет 100 мкФ, значение которой также используется в качестве параметра настройки.

### Пример расчета перенапряжения и реактивной мощности

Конденсаторная батарея состоит из трех отдельных 100 мкФ конденсаторов, соединенных в звезду (Y). Номинальное напряжение конденсаторов составляет 8000 В, измеренная частота равна 50,04 Гц и номинальной частотой 50 Гц.

Измеренный ток фазы L1 основной частоты гармонической составляющей :

$$I_{L1} = 181 \text{ A}$$

и измеренное значение 2-й гармоники

$$2 \% = 3.62 \text{ A}$$

и измеренное значение 3-й гармоники

$$7 \% = 12.67 \text{ A}$$

и измеренное значение 5-й гармоники

$$5 \% = 9.05 \text{ A}$$

В соответствии с Уравнение 5.13 однофазная емкость равна C<sub>SET</sub> = 100 µF (Рисунок 5.52).

Номинальная мощность будет (Уравнение 5.12)

$$Q_N = 2011 \text{ kvar}$$

В соответствии с Уравнение 5.11 реактивность будет

$$X = 1/(2\pi \times 50.04 \times 100 \times 10^{-6}) = 31.806 \Omega$$

соответствии с Уравнение 5.10, напряжение 1-й

гармоники U<sub>C</sub> имеющий пиковое значение, равное

максимально возможному напряжению с аналогичным

содержанием гармоник измеренного реального тока

составляет:

$$U_{CL1} = 31.806 \times (181/1 + 3.62/2 + 12.67/3 + 9.05/5) = 6006 \text{ V}$$

И в относительных единицах:

$$U_{CL1} = 6006/8000 = 0.75 \text{ pu}$$

Аналогично вычисляются фазы L2 и L3. Наивысшее из трех значений сравнивается с уставкой пуска.

### Группы настроек

Доступны четыре группы настроек.

### Характеристики

**Таблица 5.31: Перенапряжение конденсатора  $U_C >$  (59C)**

Диапазон настроек перенапряжения	0.10 – 2.50 pu ( $1 \text{ pu} = U_{CLN}$ )
Диапазон настроек емкости	1.00 – 650.00 $\mu\text{F}$
Номинальное напряжение фаза-нейтральная точка звезды конденсатора = 1 pu	100 – 260000 V
Независимое время срабатывания: - время срабатывания	1.0 – 300.0 s (шаг 0.5)
Время активации Время сброса Коэффициент возврата	Типичное значение 1.0 s <2.0 s <0,97
Погрешность: - пуск - Время	$\pm 5\%$ от значения настройки $\pm 1\%$ или $\pm 1 \text{ s}$

## 5.24 Защита максимального напряжения нулевой последовательности (ANSI 59N)

ANSI 59N	Фидер	Электродвигатель	Описание
P3U10	x	x	Защита напряжения нулевой последовательности используется как неселективная резервная защита от замыканий на землю, а также как селективная защита от замыканий на землю для двигателей, имеющих трансформатор между двигателем и сборными шинами.
P3U20	x	x	
P3U30	x	x	

Защита пускается по наибольшему значению основной гармонической составляющей напряжения нулевой последовательности. Ослабление третьей гармоники составляет более 60 дБ. Это важно, потому что третьи гармоники существуют в фазных напряжениях и тогда, когда нет замыкания на землю.

Если измеренное значение станет больше уставки пуска в выбранной ступени, ступень выдает сигнал пуска. Если неисправность длится дольше, чем установленное время задержки, выдается сигнал срабатывания.

### Измерение напряжения нулевой последовательности

Напряжение нулевой последовательности или измеряется с помощью трехфазных трансформаторов (например, разомкнутое соединение треугольником), или одним трансформатором напряжения между нейтральной точкой двигателя и землей или рассчитывается из измеренных фазных напряжений в соответствии с выбранным режимом измерения напряжения:

- Когда режим измерения напряжения 3LN: напряжение нулевой последовательности рассчитывается из линейных напряжений, и поэтому отдельный трансформатор напряжения в нейтрали не требуется. Значения уставок пропорциональны величине напряжения трансформатора напряжения/ $\sqrt{3}$
- Когда режим измерения напряжения содержит "+U<sub>0</sub>". Напряжение нулевой последовательности измеряется трансформатором (трансформаторами) напряжения,

например, с использованием разомкнутого треугольника. Параметры настройки основаны на вторичном напряжении  $V_{T_0}$ , определенного в конфигурации.

- Подключите сигнал  $U_0$  в соответствии с схемой подключения чтобы была соблюдена правильная полярность.

### Три независимых ступени

Есть три отдельно настраиваемых ступени:  $U_{0>}$ ,  $U_{0>>}$  и  $U_{0>>>}$ . Все ступени конфигурируются с независимой выдержкой времени срабатывания (DT).

Функция напряжения нулевой последовательности включает в себя три отдельно регулируемые ступени защиты напряжения нулевой последовательности ступени (ступени  $U_{0>}$ ,  $U_{0>>}$  и  $U_{0>>>}$ ).

### Блок-схема

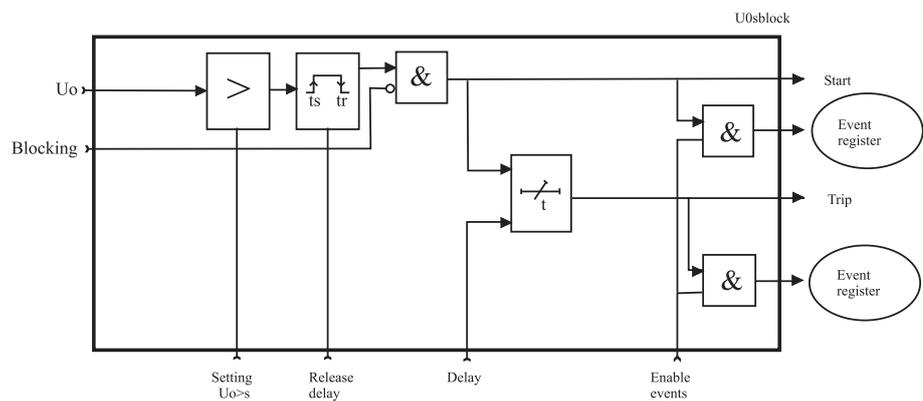


Рисунок 5.54: Блок-схема ступени защиты напряжения нулевой последовательности  $U_{0>}$ ,  $U_{0>>}$ ,  $U_{0>>>}$

### Группы настроек

Для обеих ступеней доступно четыре группы настроек.

## Характеристики

**Таблица 5.32: Ступень напряжения нулевой последовательности  $U_0 >$  (59N)**

Уставка пуска	1 – 60 % $U_{0N}$ (шаг 1%)
Независимое время задержки: - время срабатывания	0.3 – 300.0 s (шаг 0.1 s)
Время активации	Типичное время 200 мс
Время сброса	<450 мс
Коэффициент возврата	<0,97
Погрешность: - Зпуск - Активация $U_{0Calc}$ (3LN режим) - время срабатывания	$\pm 2\%$ установленного значения или $\pm 0.3\%$ номинального значения $\pm 1$ V $\pm 1$ % от $\pm 150$ мс

**Таблица 5.33: Ступень напряжения нулевой последовательности  $U_0 >>$  (59N)**

Уставка пуска	1 – 60 % $U_{0N}$ (шаг 1%)
Независимое время задержки: - время срабатывания	0,08 – 300,0 с (шаг 0,02 с)
Время активации	Типичное время 60 м
Время сброса	<95 мс
Коэффициент возврата	<0,97
Погрешность: - пуск - Запуск $U_{0Calc}$ (режим 3LN) - время срабатывания	$\pm 2\%$ установленного значения или $\pm 0.3\%$ номинального значения $\pm 1$ V $\pm 1\%$ от $\pm 30$ мс

**Таблица 5.34: Ступень напряжения нулевой последовательности  $U_0 >>>$  (59N)**

Уставка пуска	1 – 60 % $U_{0N}$
Независимое время задержки: - время срабатывания	0,04 – 300,0 с (шаг 0,01 с)
Время активации	Типичное время 30 мс
Время сброса	<95 мс
Коэффициент возврата	<0,97
Погрешность: - пуск - Запуск $U_{0Calc}$ (режим 3LN) - время срабатывания	$\pm 2\%$ установленного значения или $\pm 0.3\%$ номинального значения $\pm 1$ V $\pm 1\%$ от $\pm 25$ мс

## 5.25 Ограничение количества пусков (ANSI 66)

ANSI 66	Фидер	Электродвигатель	Описание
P3U10		x	Самый простой способ запуска асинхронного двигателя - просто подать на обмотки статора напряжение питания. Однако каждый такой старт сильно нагревает двигатель, потому что пусковые токи значительно превышают номинальный рабочий ток.
P3U20		x	
P3U30		x	

Если производитель двигателя определил максимальное количество пусков в течение часа или / и минимальное время между двумя последовательными пусками, эти данные легко применимы для предотвращения слишком частых запусков.

Когда ток был меньше 10% от номинального тока двигателя, а затем превысил значение тока обнаружения пуска двигателя  $I_{ST}$  (Степень контроля пуска двигателя), ситуация квалифицируется как пуск двигателя. После выявления факта пуска двигателя, если ток падает ниже 10% от номинального тока двигателя, ступень считает что двигатель должен быть остановлен.

Защита ограничения количества пусков выдает сигнал предупреждения N>; после второго пуска двигателя, который будет оставаться активным до тех пор, пока не будет достигнуто максимальное количество пусков двигателя или не пройдет один час.

N> сигнал блокировки пуска двигателя активируется после пуска двигателя и остается активированным в течении времени, которое определено как мин. время между пусками. После окончания данного отрезка времени запрет снимается.

Когда счетчик запуска ступени достигает значения, определенного для макс. пусков двигателя/час, N> активирует сигнал блокировки пуска двигателя и остается активным до тех пор, пока не пройдет один час.

Степень защиты ограничения количества пусков связано с выходными реле согласно настройкам Матрицы выходов. См. Глава 4.4.1 Матрица выходов.

Рисунок 5.55 показывает применение защиты для блокировки пуска с использованием N> ступени. Катушка включения подключена через нормально закрытый (NC) контакт выходного реле A1, которое управляется сигналом блокировки N>. Если сигнал блокировки N> активен, включение выключателя невозможно.

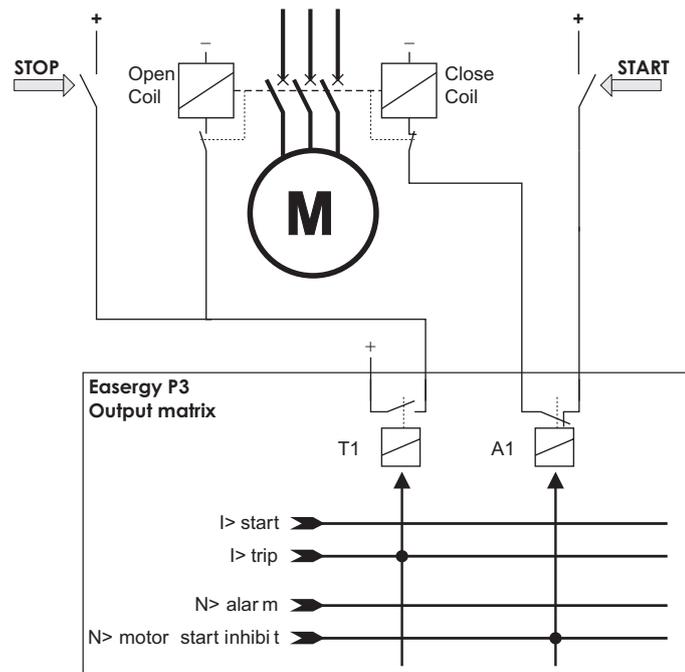


Рисунок 5.55: Применение защиты для блокировки пуска с использованием N> ступени

### Группы настроек

Эта ступень имеет одну группу настроек.

### Характеристики

Таблица 5.35: Торможение перезапуска двигателя N> (66)

Уставки:	
- Макс. количество пусков двигателя	1 – 20
- минимальное время между пусками двигателя	0.0 – 100 Мин.. (шаг 0.1 Мин.)

## 5.26 Максимальная направленная токовая защита в фазах (ANSI 67)

ANSI 67	Фидер	Электродвигатель
P3U10		
P3U20		
P3U30	x	x

### Описание

Максимальная направленная токовая защита в фазах используется для направленной защиты от короткого замыкания. Типичные применения:

- Защита от короткого замыкания двух параллельных кабелей или воздушных линий в радиальной сети
- Защита от короткого замыкания петлевой сети с одним источником питания.
- Защита от короткого замыкания отходящей линии, которая в особых случаях работает как ввод.
- Максимальная направленная токовая защита в сетях с низкоомным сопротивлением заземления нейтрали. В этом случае реле должно подключаться к фазному напряжению, а не к линейному напряжению. Другими словами, режим измерения напряжения должен быть «3LN» (См. главу Глава 9.6 Режимы измерения напряжения).

Защита пускается по наибольшему значению амплитуд основной гармонической составляющей трех измеренных фазных токов.

При двухфазных и трехфазных коротких замыканиях угол при повреждении определяется на основании углов между составляющими прямой последовательности токов и напряжений. При однофазных замыканиях угол при повреждении определяется по углу между вектором тока поврежденной фазы и вектором линейного напряжения неповрежденных фаз. Для получения подробной информации о направлении мощности, см. Глава 3.8 Направление тока и мощности.

Типичная характеристика показана в Рисунок 5.56. Уставка базового угла  $-30^\circ$ . Степень пускается, если вектор тока попадает в серую область.

**Примечание** Если максимально возможный ток замыкания на землю больше, чем самая чувствительная уставка направленного тока, подключите реле к фазному напряжению вместо линейного напряжения, чтобы получить правильное направление тока замыкания на землю. Для сетей, имеющих максимально возможный ток замыкания на землю меньший, чем значение перегрузки по току, используйте 67N, степень направленной токовой защиты от замыканий на землю.

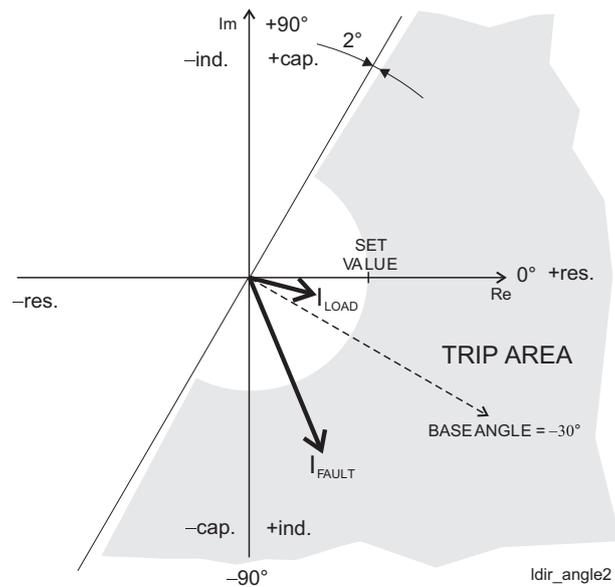


Рисунок 5.56: Пример максимальной направленной токовой защиты в фазах

Доступны три режима: двунаправленный, не направленный и направленный + резервный (Рисунок 5.57). В ненаправленном режиме ступень действует так же, как обычная МТЗ 50/51. Режим «Направленный + резервный» работает так же, как и направленный режим, но имеет ненаправленную защиту в резерве для случаев, если близкое короткое замыкание понижает напряжение до нуля. После окончания времени запоминания значения угла направление будет потеряно. В основном режим направленная + резервная защита требуется, когда задержка времени срабатывания дольше, чем время запоминания напряжения, и нет другой ненаправленной защиты в резерве.

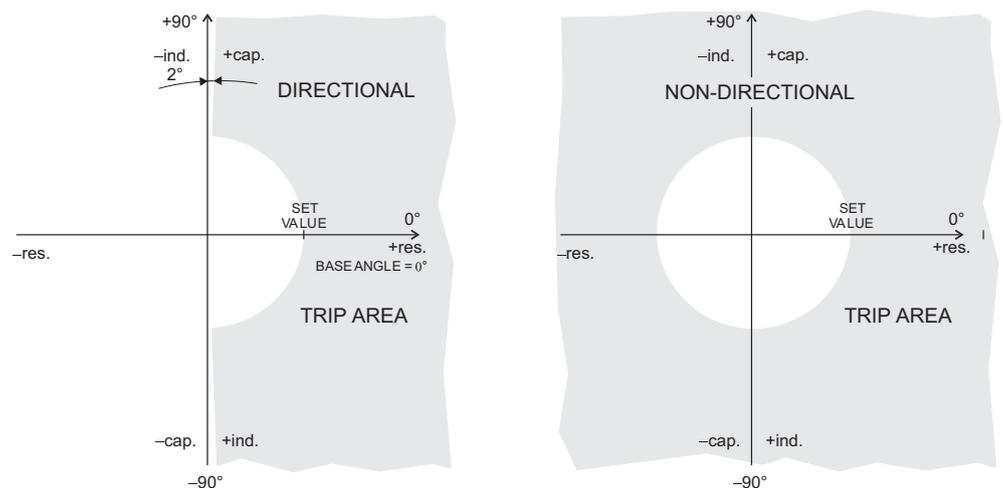


Рисунок 5.57: Разница между направленным и ненаправленным режимом. Серая область - это область отключения.

Пример двунаправленного срабатывания характеристики показан в Рисунок 5.58. С правой стороны ступень в этом примере является ступенью  $I_{\phi >}$  а с левой стороны это  $I_{\phi >>}$ . Установка базового угла  $I_{\phi >}$  составляет  $0^\circ$ , а базовый угол  $I_{\phi >>}$  установлен на  $-180^\circ$ .

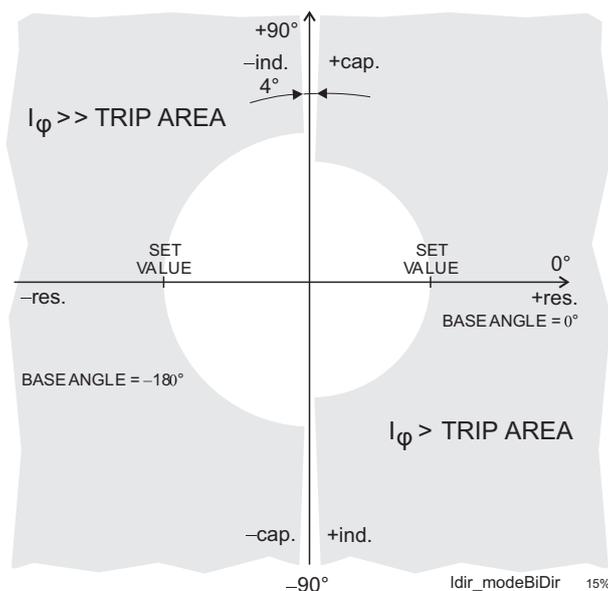


Рисунок 5.58: Двунаправленная область применения с двумя ступенями  $I_{\phi}>$  и  $I_{\phi}>>$ .

Если любой из трех фазных токов превышает уставку, а в направленном режиме фазный угол, включая базовый угол, находится в активном секторе с шириной до  $88^\circ$ , ступень выдает сигнал пуска. Если эта неисправность остается дольше, чем время задержки срабатывания защиты, выдается сигнал срабатывания.

### Четыре независимые ступени

Доступны четыре отдельно настраиваемые ступени:  $I_{\phi}>$ ,  $I_{\phi}>>$ ,  $I_{\phi}>>>$  и  $I_{\phi}>>>>$ .

### Защиты с зависимой выдержкой времени срабатывания

Ступени  $I_{\phi}>$  и  $I_{\phi}>>$  может быть сконфигурирована с независимым или обратозависимым временем срабатывания. См. Глава 5.5 Защиты с зависимой выдержкой времени срабатывания для получения подробной информации о доступных зависимых задержках. Ступени  $I_{\phi}>>>$  и  $I_{\phi}>>>>$  имеют независимое время (DT) срабатывания задержки. Реле показывает график настроенных характеристик задержек на дисплее передней панели.

### Лимитированное время задержки в обратозависимых типах задержки

Максимальный измеренный вторичный ток  $50 \times I_N$ . Это ограничивает диапазон применения обратозависимых кривых при больших уставках пуска защиты. См. Глава 5.5 Защиты с зависимой выдержкой времени срабатывания для получения дополнительной информации.

### Запуск из холодного состояния и определение броска тока намагничивания

Смотри Глава 6.3 Пуск холодной нагрузки и бросок тока намагничивания

### Группы настроек

Для каждой ступени доступны четыре группы настроек.

### Блок-схема

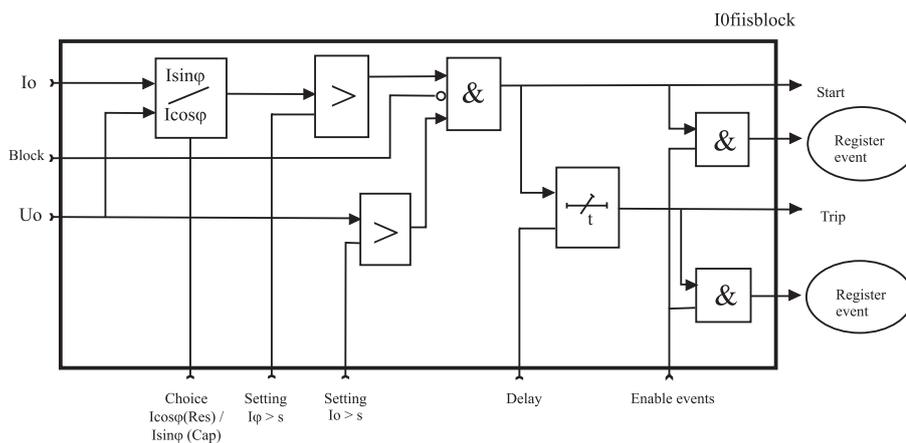


Рисунок 5.59: Блок-схема ступени направленной токовой защиты от замыкания на землю  $I_{0\phi} >$ ,  $I_{0\phi} >>$ ,  $I_{0\phi} >>>$

## Характеристики

**Таблица 5.36: Максимальная направленная токовая защита в фазах  $I_{\phi} >$ ,  $I_{\phi} >>$  (67)**

Уставка пуска	0.10–4.00 $\times I_N$ or $\times I_{MOT}$ (шаг 0.01)
Режим	Направленная/Направленная+резерв
Минимальное напряжение для определения направления	2 $V_{на}$ вторичной обмотке
Диапазон установки базового угла	-180° – +179°
Рабочий угол	$\pm 88^\circ$
Независимое время задержки: - время срабатывания	DT** 0.04–300.00 с. (шаг 0.01)
IDMT кривые: - Семейство кривых - Тип кривой - Множитель времени k	(DT), IEC, IEEE, RI Prg EI, VI, NI, LT1, MI...зависит от семейства* 0.025–20.0, исключая 0.50–20.0 для кривых RXIDG, IEEE and IEEE2
Время активации	Типичное время 30 мс
Время сброса	<95 мс
Время задержки	<50 мс
Коэффициент возврата	<0,95
Коэффициент возврата (угол)	2°
Переходное перенапряжение, любое t	< 10
%Регулируемое время запоминания напряжения	0.2–3.2
Точность: - Пуск (номинальное значение $I_N = 1-5$ A) - Угол  - время срабатывания при независимом времени задержки - время срабатывания с IDMT функцией	$\pm 3\%$ значения уставки или $\pm 0.5\%$ номинального значения $\pm 2^\circ$ U>5 В $\pm 30^\circ$ U= 0.1–5.0 В $\pm 1\%$ or $\pm 25$ мс $\pm 5\%$ или как минимум $\pm 30$ мс**

**Таблица 5.37: Максимальная направленная токовая защита в фазах  $I_{\phi} >>>$ ,  $I_{\phi} >>>>$  (67)**

Уставка пуска	0.10 – 20.00 x $I_{MODE}$ (шаг 0.01)
Режим	Направленная/Направленная+резерв
Минимальное напряжение для определения направления	2 $V_{на}$ вторичной обмотке
Диапазон установки базового угла	-180° – +179°
Рабочий угол	±88°
Независимое время задержки: - время срабатывания	DT** 0.04 – 300.00 s (шаг 0.01)
Время активации	Типичное время 30 мс
Время сброса	<95 мс
Время задержки	<50 мс
Коэффициент возврата	<0,95
Коэффициент возврата (угол)	2°
Переходное превышение, любое t	< 10 %
Регулируемое время запоминания напряжения	0,2 – 3,2 с
Погрешность: - Пуск (номинальное значение $I_N = 1 – 5$ А) - Угол  - время срабатывания при независимом времени задержки	±3% значения уставки или ±0.5% номинального значения ±2° U > 5 В ±30° U = 0,1 – 5,0 В ±1% or ±25 мс

\*) EI = Чрезвычайно обратнозависимый, NI = Нормальный обратнозависимый, VI = Очень обратнозависимый, LTI = Длительно обратнозависимое время, MI = Умеренно обратнозависимый

\*\*) Это мгновенное время, то есть минимальное общее время работы, включая время обнаружения неисправности и время срабатывания контактов отключения.

## 5.27 Максимальная направленная токовая защита от замыканий на землю (ANSI 67N)

ANSI 67N	Фидер	Электродвигатель	Описание
P3U10	x	x	Максимальная направленная токовая защита от замыканий на землю используется в сетях или двигателях, где необходима селективная и чувствительная защита от замыканий на землю в распределительных-сетях с различной структурой и длиной.
P3U20	x	x	
P3U30	x	x	

Максимальная направленная токовая защита от замыканий на землю адаптирована для сетей с различным режимом заземления нейтрали.

Защита пускается по наибольшему значению основной гармонической составляющей тока замыкания на землю и напряжения нулевой последовательности и по углу между ними. Подавление третьей гармоники составляет более 60 дБ. Если  $I_0$  и  $U_0$  и угол между  $I_0$  и  $U_0$  достигают уставки пуска, ступень выдает сигнал пуска. Если неисправностью длится дольше, чем установленное время задержки, выдается сигнал срабатывания.

### Поляризация

Напряжение нулевой последовательности, измеряемое входом  $U_0$ , которая определяется по значению угла между  $U_0$  и  $I_0$ . Подключите сигнал  $U_0$  в соответствии с схемой подключения. Альтернативно, напряжение  $U_0$  может быть рассчитано на базе измеряемых линейных напряжений (см. Глава 9.6 Режимы измерения напряжения):

- $3LN/LL_{\gamma}$  и  $3LN/LN_{\gamma}$ : напряжение нулевой последовательности рассчитывается исходя из линейных напряжений, и поэтому не требуется отдельных трансформаторов нулевой последовательности. Значения уставок базируются на значениях трансформатора напряжения. напряжение (тн)/
- $3LN+U_0$ ,  $2LL+U_0$ ,  $2LL+U_0+LL_{\gamma}$ ,  $2LL+U_0+LN_{\gamma}$ ,  $LL+U_0+LL_{\gamma}+LL_z$ , and  $LN+U_0+LN_{\gamma}+LN_z$ : напряжение нулевой последовательности измеряется трансформаторами напряжения, например, с использованием разомкнутого треугольника. Значения уставок базируются на вторичном напряжении  $U_0$  трансформатора нулевой последовательности.

**Примечание** Подключите  $U_0$  сигнал в соответствии с схемой соединения для достижения правильной поляриности.

### Режимы для разных типов сети

Доступные режимы:

- ResCap  
Этот режим состоит из двух подрежимов: Res и Cap. дискретный сигнал может использоваться для динамического переключения между этими двумя подрежимами. Когда дискретный вход активен ( $DI = 1$ ), используется режим Cap, а когда цифровой вход неактивен ( $DI = 0$ ), используется режим Res. Эта функция может использоваться в сетях с компенсированной нейтралью, когда катушка Петерсена временно отключена.
  - Res  
Ступень чувствительна к активной составляющей выбранного сигнала  $I_0$ . Этот режим используется в **сетях с компенсированной нейтралью (резонансное заземление) и в сетях с заземлением нейтрали через высокоомное сопротивление**. Компенсацию обычно выполняют с катушкой Петерсена включенной между нейтральной точкой питающего трансформатора и землей. В этом контексте применение высокоомного сопротивления указывает на то, что ограничение тока повреждения должно быть меньше номинального тока фазы. Область отключения представляет собой полуплоскость, как показано на рисунке 5.61. Базовый угол обычно устанавливается равным нулю.
  - Cap  
Ступень чувствительна к емкостной составляющей выбранного сигнала  $I_0$ . Этот режим используется **в сетях с изолированной нейтралью**. Область аварийного отключения представляет собой полуплоскость, как показано на Рисунке 5.61. Базовый угол обычно устанавливается равным нулю.
- Сектор  
Этот режим используется в **сетях, с заземлением нейтрали через низкоомное сопротивление**. В этом контексте применение низкоомного сопротивления указывает на то, что ток повреждения может быть больше номинальных фазных токов. Область отключения имеет форму сектора, как показано в Рисунок 5.62. Базовый угол обычно устанавливается равным нулю или немного запаздывающей индуктивной стороне (отрицательный угол).
- Undir (Не направленный)  
Этот режим делает ступень эквивалентной ненаправленной ступени  $I_0 >$ . Уставки угла и амплитуды  $U_0$  не учитываются. Учитывается только амплитуда выбранного  $I_0$  входа.

### Выбор входного сигнала

Каждая ступень может подключаться для контроля к любыми следующими входам и сигналам:

- Вход  $I_0$  для всех сетей, кроме глухо заземленных.
- Расчитанный сигнал  $I_{0Calc}$  для сетей с глухозаземленной нейтралью и с низким сопротивлением заземления нейтрали.  $I_{0Calc} = I_{L1} + I_{L2} + I_{L3} = 3I_0$ .

### Обнаружение перемежающегося (периодических кратковременных замыканий) замыкания на землю

Кратковременное замыкание на землю заставляют защиту запускаться, но не вызывают отключение. Кратковременное замыкание означает один цикл или более. Для неустойчивых перемежающихся замыканий на землю менее 1 мс в сетях с компенсированной нейтралью имеется специальная ступень  $I_{0INT} > 67NI$ . Когда пуски защиты происходит достаточно часто, такие перемежающиеся замыкания на землю могут быть очищены с помощью установки времени действия перемежающихся замыканий на землю.

Когда в течение установленного промежутка времени происходит новый цикл кратковременного периодического замыкания на землю, счетчик задержки срабатывания не очищается между повторяющимися циклами повреждениями и ступень в конечном итоге выполнит автоматическое отключение.

### Три независимых ступени

Есть три отдельно регулируемые ступени:  $I_{0\phi} >$ ,  $I_{0\phi} >>$  and  $I_{0\phi} >>>$ . Все ступени могут быть настроены на определенную задержку времени (DT) или зависимую задержку времени.

### Защиты с зависимой выдержкой времени срабатывания

Такие обратозависимые задержки времени доступны для ступени  $I_{0\phi} >$ ,  $I_{0\phi} >>$  and  $I_{0\phi} >>>$ . Реле показывает масштабируемый график настроенной задержки на дисплее передней панели.

### Лимитированное время задержки в обратозависимых типах задержки

Максимальная измеряемая величина вторичного тока замыкания на землю  $10 \times I_{0N}$  а максимальный измеренный фазный ток равен  $50 \times I_N$ . Это ограничивает диапазон применение обратозависимых кривых для больших уставок по току.

**Блок-схема**

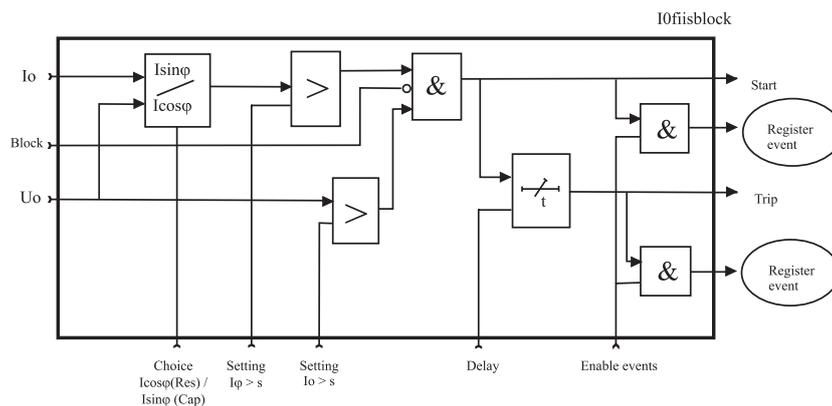


Рисунок 5.60: Блок-схема ступеней направленной токовой защиты от замыканий на землю  $I_{0\phi>}$ ,  $I_{0\phi>>}$ ,  $I_{0\phi>>>}$

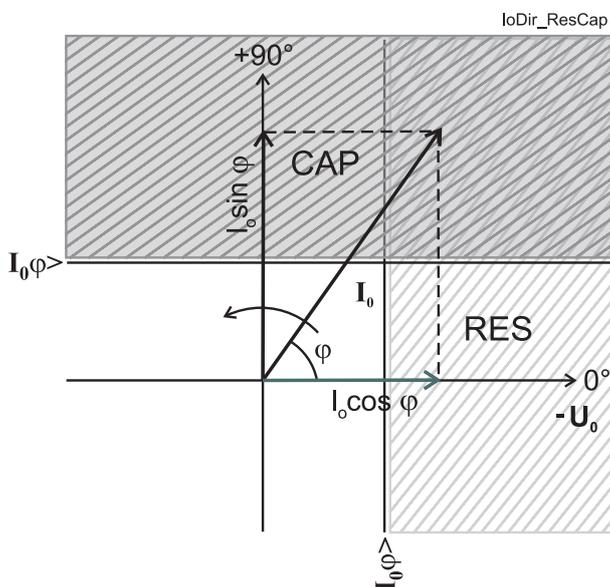


Рисунок 5.61: Характеристика срабатывания направленной токовой защиты от замыканий на землю в режиме Res или Cap. Режим Res может использоваться в сетях с компенсированной нейтралью, а режим Cap используется в сетях с изолированной нейтралью.

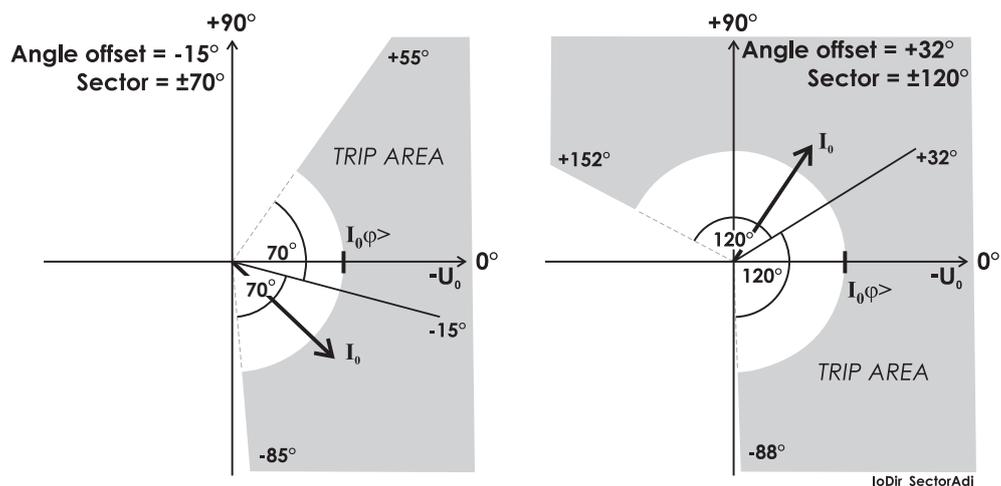


Рисунок 5.62: Два примера рабочих характеристик ступеней направленной токовой защиты от замыканий на землю в режиме "сектор". Вектор  $I_0$  в обеих рисунках находится внутри области отключения. Смещение угла размер половины сектора выбираются пользователем.

### Группы настроек

Для каждой ступени доступны четыре группы настроек.

## Характеристики

**Таблица 5.38: Максимальная направленная токовая защита от замыканий на землю  $I_{0\phi}>$ ,  $I_{0\phi}>>$  (67N)**

Уставка пуска $I_{0\phi}>$	0.005–20.00 x $I_{0N}$ (до to 8.00 для входов кроме $I_{0Calc}$ )
Уставка пуска $I_{0\phi}>>$	0.01–20.00 x $I_{0N}$ (до to 8.00 для входов кроме $I_{0Calc}$ )
Уставка напряжения	1–50 % $U_{0N}$ (шаг 1%)
Входной сигнал	$I_{0\phi}>$ : $I_0$ , $I_{0Calc}$ or $I_{0Peak}$ $I_{0\phi}>>$ : $I_0$ or $I_{0Calc}$ Примечание: $I_{0Calc}$ (= $I_{L1}$ + $I_{L2}$ + $I_{L3}$ )
Режим	Не направленный/Суктор/ResCap
Диапазон установки базового угла	-180°–179°
Рабочий угол	±88°
Независимое время задержки: - время срабатывания	0,10** – 300,00 с (шаг 0,02 с)
IDMT кривые: - Семейство кривых - Тип кривой - Множитель времени k	(DT), IEC, IEEE, RI Prg EI, VI, NI, LTI, MI..., зависит от семейства * 0.025–20.0, исключая 0.50–20.0 для кривых RI, IEEE and IEEE2
Время активации	Типичное время 60 м
Время сброса	<95 мс
Коэффициент возврата	<0,95
Коэффициент возврата (угол)	2°
Погрешность:	
- Пуск $U_0$ & $I_0$ (номинальное значение $I_n=1-5A$ )	±3% установленного значения или ± 0.3% номинального значения
- Пуск $U_0$ & $I_0$ (Пиковый режим, когда, номинальное значение $I_{0n}=1-10A$ )	±5% установленного значения или ±2% номинального значения (Синусоидальная волна <65 Гц)
пуск $U_0$ & $I_0$ ( $I_{0Calc}$ )	±3% значения уставки или ±0.5% номинального значения
- Угол	±2° когда $U > 1$ В и $I_0 > 5\%$ от $I_{0N}$ или > 50 мА ещё ±20°
- время срабатывания при независимом времени задержки	±1% от ±30 мс
- время срабатывания с IDMT функцией	±5% или как минимум ±30 мс**

Таблица 5.39: Максимальная направленная токовая защита от замыканий на землю  $I_{0\phi} \gg \gg$  (67N)

Уставка пуска	0.01 – 20.00 x $I_{0N}$ (до 8,00 для входов, отличных от $I_{0Calc}$ )
Уставка напряжения	1 – 50 % $U_{0N}$ (шаг 1%)
Входной сигнал	$I_{0\phi} \gg \gg$ : $I_0$ or $I_{0Calc}$ Примечание: $I_{0Calc} (= I_{L1} + I_{L2} + I_{L3})$
Режим	Не направленный/Суктор/ResCap
Диапазон установки базового угла	-180° – 179°
Угол активации	±88°
Независимое время задержки: - время срабатывания	0,04** – 300,00 с (шаг 0,02 с)
IDMT кривые: - Семейство кривых - Тип кривой - Множитель времени k	(DT), IEC, IEEE, RI Prg EI, VI, NI, LTI, MI..., зависит от семейства * 0,05 – 20,0, за исключением 0,50 – 20,0 для RI, IEEE и IEEE2
Время активации	Типичное время 60 м
Время сброса	<95 мс
Коэффициент возврата	<0,95
Коэффициент возврата (угол)	2°
Погрешность:	
- Пуск $U_0$ & $I_0$ (номинальное значение $I_n = 1 - 5$ А)	±3% установленного значения или ± 0.3% номинального значения
- Пуск $U_0$ & $I_0$ (Пиковый режим, когда номинальное значение $I_{вкл} = 1 - 10$ А)	±5% установленного значения или ±2% номинального значения (Синусоидальная волна <65 Гц)
- Зпуск $U_0$ & $I_0$ ( $I_{0Calc}$ )	±3% значения уставки или ±0.5% номинального значения
- Угол	±2° когда $U > 1$ В и $I_0 > 5\%$ от $I_{0N}$ или $> 50$ мА ещё ±20°
- время срабатывания при независимом времени задержки	±1% or ±30 мс
- время срабатывания с IDMT функцией	±5% или как минимум ±30 мс**

\*) EI = Чрезвычайно обратнoзависимый, NI = Нормальный обратнoзависимый, VI = Очень обратнoзависимый, LTI = Длительно обратнoзависимое время, MI = Умеренно обратнoзависимый

\*\*\*) Это минимальное общее время работы, включая время обнаружения неисправности и время срабатывания контактов отключения.

## 5.28 Защита от неустойчивых перемеживающихся замыканий на землю(ANSI 67NI)

**Примечание** Эта ступень требует прямого  $U_0$  измерение и режим масштабирования трансформатора напряжения должны содержать  $U_0$  выбор.

ANSI 67NI	Фидер	Электродвигатель	Описание
P3U10	x		Направленная токовая защита перемеживающихся замыканий на землю, имеющих неустойчивый характер проявления, используется для обнаружения кратковременных замыканий на землю в кабельных сетях с компенсированной нейтралью. Токи таких кратковременных замыканий на землю самозатухают в случайной точке перехода через ноль кривой переходного процесса тока повреждения I и длительность тока повреждения обычно составляет всего 0,1 мс - 1 мс. Такие короткие по длительности токи замыканий на землю не могут быть правильно распознаны с помощью нормальной направленной функции замыкания на землю с использованием значений только основных гармонических составляющих сигналов $I_0$ и $U_0$ .
P3U20	x		
P3U30	x		

Хотя ток кратковременно замыкания на землю обычно гаснет в течение менее одной миллисекунды, в большинстве случаев следует следующий цикл неисправности, когда напряжение между поврежденной фазой и землей восстанавливается (Рисунок 5.63).

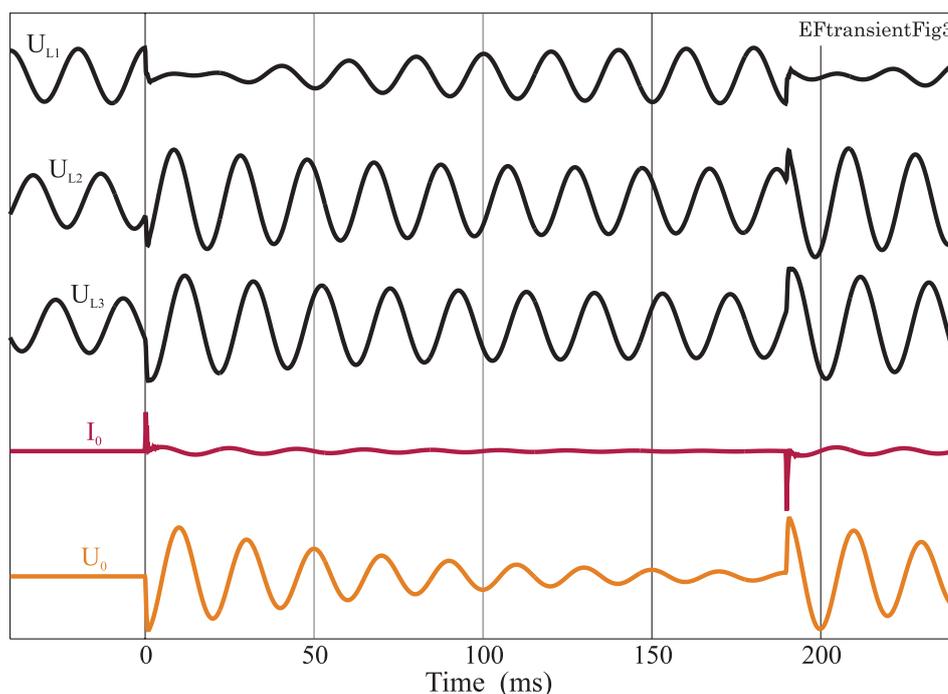


Рисунок 5.63: Типичные графики напряжения фаза-земля, токов замыкания на землю в поврежденной фазе и напряжение смещения нейтрали

$U_0$  во время двух циклов кратковременных замыканий на землю в фазе L1. В этом случае рассматривается сеть с компенсированной нейтралью.

### Алгоритм направленности

Функция реагирует на мгновенные значения токов замыкание на землю и напряжения смещения нейтрали, выявленных в течении действия кратковременного замыкания на землю . Измерения напряжения  $U_0$  должно быть прямым, с использованием отдельного трансформатора напряжения.

### Чувствительность к пусковому току $I_0$

Время опроса реле составляет 625 мкс при 50 Гц (32 опроса/период). Текущие всплески тока  $I_0$  могут быть довольно короткими по сравнению с этим интервалом опроса. К счастью, текущие всплески в кабельных сетях высоки, и в то время как сглаживающий фильтр реле ослабляет амплитуду, он же делает импульсы более широкими. Таким образом, когда импульсы тока достаточно высоки, можно обнаружить импульсы, которые имеют длительность менее чем двадцать процентов интервала опроса. Хотя измеренная амплитуда может составлять лишь часть фактической амплитуды пикового значения, она не мешает обнаружению направления тока, поскольку алгоритм более чувствителен к знаку и времени  $I_0$ , чем к амплитуде тока повреждения. Таким образом, фиксированное значение тока используется как уставка пуска для  $I_0$ .

### Координация с резервной защитой $U_0 >$

Особенно в сетях с полностью компенсированной нейтралью ступень резервной защиты  $U_0 >$  (напряжение нулевой последовательности или напряжение смещения нейтрали), используемой для защиты шин, не может сброситься между циклами последовательных кратковременных замыканий на землю и защита  $U_0 >$  может, в конце концов, произвести неселективное отключение, если ступень защиты от неустойчивых перемеживающихся замыкание на землю  $I_{0INT} >$  не сработает достаточно быстро. Фактическое время работы ступени  $I_{0INT} >$  сильно зависит от поведения неисправности и установленного времени для подсчета циклов кратковременных замыканий на землю. Произвести координацию между  $U_0 >$  and  $I_{0INT} >$  достаточно просто, пусковой сигнал ступени защиты от неустойчивых перемеживающихся замыкание на землю  $I_{0INT} >$  в отходящей линии можно использовать для блокировки резервной защиты  $U_0 >$  .

### **Координация с нормальной токовой направленной защитой от замыканий на землю, которая работает с основной гармонической составляющей.**

Степень направленной токовой защиты перемеживающихся замыканий на землю  $I_{0INT}>$  должна всегда использоваться с степенями нормальной максимальной направленной токовой защитой от замыканий на землю  $I_{0\phi}>$ ,  $I_{0\phi}>>$ . Степень направленной токовой защиты перемеживающихся замыканий на землю  $I_{0INT}>$  может в худшем случае обнаружить начало устойчивого замыкания на землю в неправильном направлении, но не срабатывает, поскольку пиковое значение устойчивого состояния синусоидального сигнала  $I_0$  должно также превышать пиковое значение соответствующей базовой составляющей частоты, чтобы степень  $I_{0INT}>$  сработала.

Задержка времени срабатывания степени направленной токовой защиты перемеживающихся замыканий на землю  $I_{0INT}>$  должна быть ниже уставки любой максимальной направленной токовой защитой от замыканий на землю, чтобы избежать ненужного отключения от степени  $I_{0\phi}>$ ,  $I_{0\phi}>>$ . Сигнал пуска степени  $I_{0INT}>$  может также использоваться для блокировки степеней защит  $I_{0\phi}>$ ,  $I_{0\phi}>>$  всех параллельных фидеров.

### **Автоматическое повторное включение**

Сигнал пуска любой степени  $I_{0\phi}>$ , инициирующей автоматическое повторное включение (АПВ), может использоваться для блокировки степени  $I_{0INT}>$  для исключения вмешательства степени  $I_{0INT}>$  с длительным временем подсчета циклов кратковременных замыканий на землю в цикл АПВ в середине времени селективности.

Обычно сама степень  $I_{0INT}>$  не используется, чтобы инициировать АПВ. Для перемеживающихся замыканий на землю АПВ не помогает, потому что сама неисправность уже включает повторение самозатухания.

### **Координация времени срабатывания, счетчика количества пиков и установленного времени для подсчета циклов кратковременных замыканий на землю**

Алгоритм имеет три независимо устанавливаемых параметра: время задержки срабатывания, требуемое количество пиков и время для подсчета циклов кратковременных замыканий на землю. Все перечисленные параметры должны быть выполнены до того, как степень выдаст сигнал срабатывания. Существует также настраиваемая задержка сброса: для обеспечения того, чтобы степень не сбросилась до срабатывания автоматического выключателя. Диапазон настройки требуемого количества пиков составляет 1-20, а диапазон настройки для срабатывания - 0,02-300 с. Диапазон установки задержки сброса составляет 0,06-300 с. Диапазон настройки отводимого времени для

подсчета требуемого количества пиков составляет 0,01-300 с. Если, например, настройка для количества пиков равна 2 и время задержки срабатывания 160 мс и отведенное время для подсчета требуемого количества пиков равно 200 мс, тогда функция начинает отсчет времени задержки срабатывание от первого пика и после второго пика через 80 мс критерий подсчета количество пиков выполнен, а когда истекнут 160 мс, критерий задержки времени срабатывания тоже выполнен, поэтому ступень выдаст сигнал срабатывания(Рисунок 5.64). Если второй пик не пройдет до окончания времени задержки срабатывания, ступень сбросится после окончания отведенного времени для подсчета требуемого количества пиков. Но если второй пик приходит после того, как окончилось время задержки срабатывания, но все же в пределах отведенного времени для подсчета требуемого количества пиков, ступень выдаст сигнал срабатывания. (Рисунок 5.65). Если отведенное время для подсчета требуемого количества пиков истечет до того как закончится время задержки срабатывания, ступень сбросится(Рисунок 5.66). Есть пара ограничений, позволяющих избежать совершенно неправильных настроек. Алгоритм предполагает, что пики не могут появляться чаще, чем 10 мс, поэтому, если количество пиков установлено равной 10, тогда установка минимального времени задержки срабатывания ограничено 100 мс, а также, если время задержки срабатывание установлена 40 мс, тогда невозможно установить настройку подсчета пиков больше 4. Это не изменяемые условия ограничений, которые запрещают использование неправильных настроек.

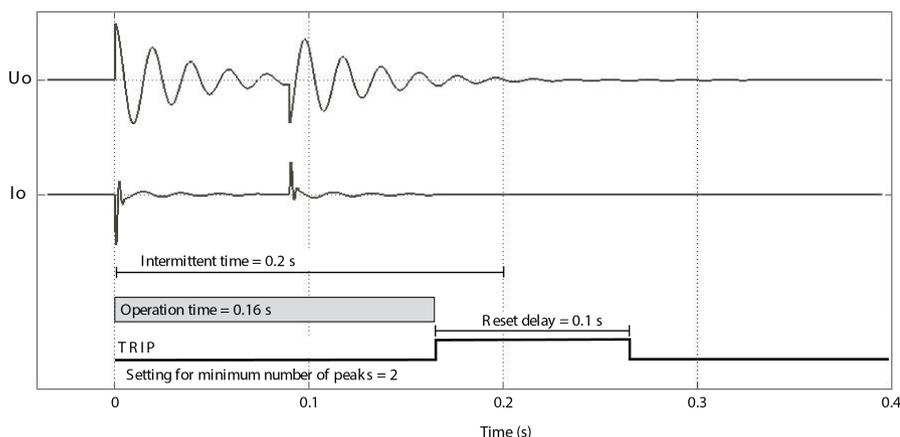


Рисунок 5.64: Требуемое количество пиков подсчитано, при этом длительность задержки времени срабатывания меньше установленного

времени для подсчета циклов кратковременных замыканий на землю. Ступень выдает сигнал срабатывания.

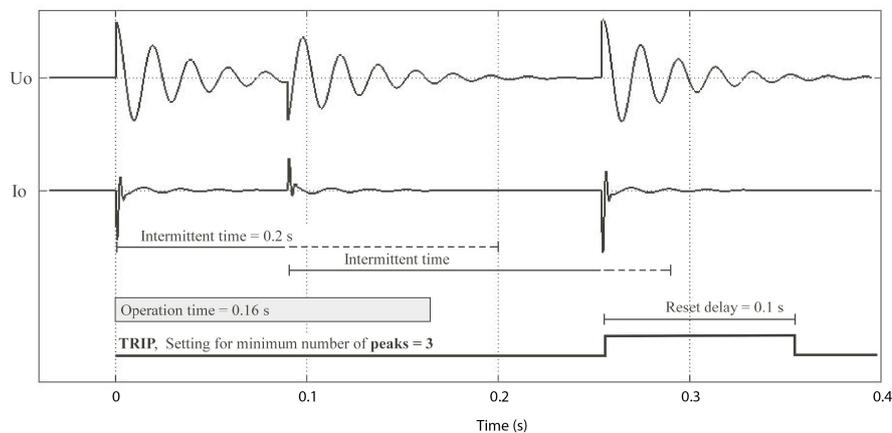


Рисунок 5.65: Количество подсчитанных пиков меньше уставки, а время задержки срабатывания уже истекло, но последний требуемый пик приходит до окончания установленного времени для подсчета циклов кратковременных замыканий на землю. Ступень выдает сигнал срабатывания в момент прихода второго пика.

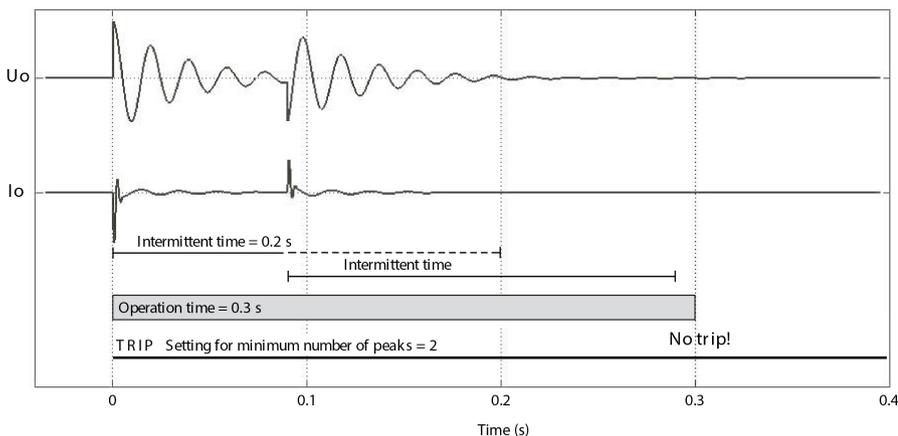


Рисунок 5.66: Требуемое количество пиков подсчитано, но окончание установленного времени для подсчета циклов кратковременных замыканий на землю наступит до того, как закончится время задержки срабатывания. Ступень сбросится.

**Блок-схема**

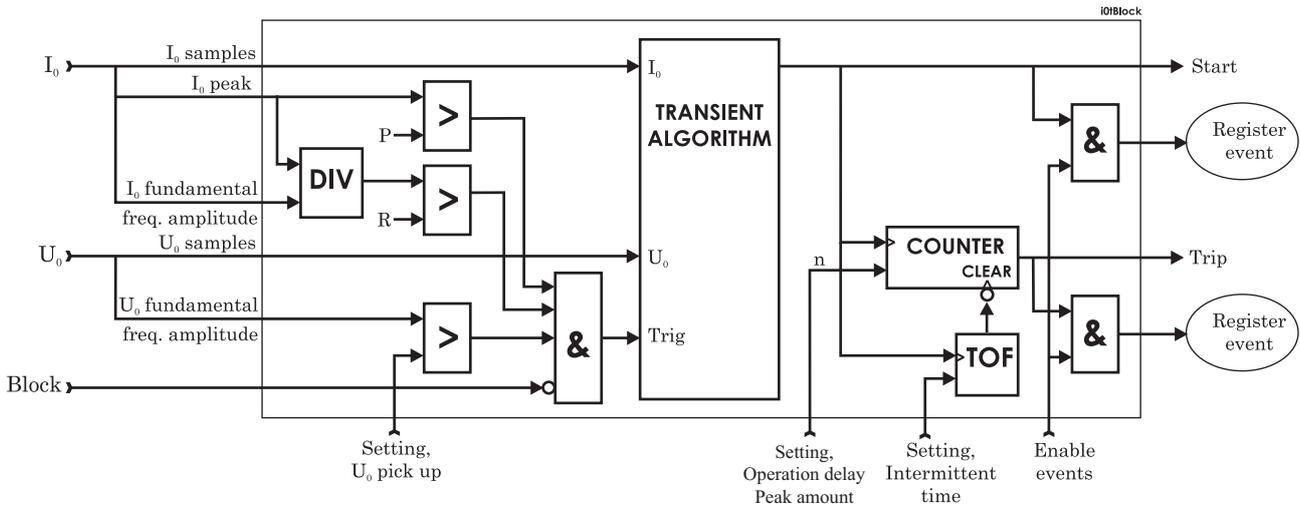


Рисунок 5.67: Блок-схема ступени направленной токовой защиты перемеживающихся замыканий на землю  $I_{0INT}$ .

**Группы настроек**

Доступны четыре группы настроек.

**Характеристики**

Таблица 5.40: Направленная токовая защита перемеживающихся замыканий на землю  $I_{0INT}$  (67NI)

Выбор входа для пикового сигнала $I_0$	$I_0$ Соединение X1:7 – 8 or X1:7 – 9
Выбор направления	Положительный Отрицательный
$I_0$ уровень активации (фиксированный)	0.1 pu @ 50 Гц
$U_0$ уровень срабатывания	1 – 60 % $U_{0N}$ (шаг 1%)
Время независимой задержка срабатывания	0,02 – 300,00 с (шаг 0,02)
Время для подсчета циклов кратковр. зам. на землю	0,01 – 300,00 с (шаг 0,01)
Время активации	Типичное время 30 мс
Время сброса	0,06 – 300 с
Коеф. возврата (гистерезис) для $U_0$	<0,97
Погрешность:	-
- пуск	$\pm 3\%$ for $U_0$ . Нет ошибки для $I_0$ переходного замыкания
- Время	$\pm 1\%$ or $\pm 30$ ms (Фактическая задержка по времени зависит от поведения неисправности и установленного времени для подсчета циклов кратковременных замыканий на землю.)

## 5.29 Определение бросков тока намагничивания(ANSI 68F2)

ANSI 68F2	Фидер	Электродвигатель
P3U10	x	x
P3U20	x	x
P3U30	x	x

### Описание

Эта ступень используется главным образом для блокировки других ступеней. Соотношение между гармоническими составляющими второй гармоники и основной частоты измеряется во всех фазных токах. Когда соотношение по любой фазе превышает значение уставки, ступень выдает сигнал пуска. После окончания времени задержки срабатывания ступень выдает сигнал срабатывания.

Сигналы пуска и срабатывания могут использоваться для блокировки других ступеней.

Время срабатывания защиты не имеет значения, если для блокировки используется только сигнал пуска.

Задержка срабатывания ступеней, подлежащих блокировке, должна быть не менее 60 мс для обеспечения надежной блокировки.

### Блок-схема

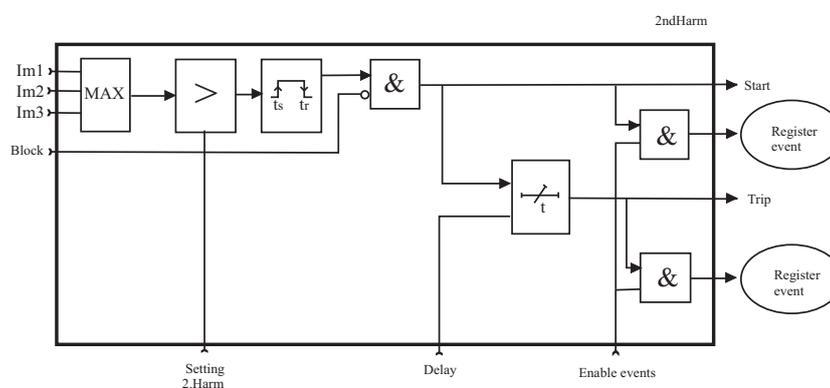


Рисунок 5.68: Блок-схема защиты бросков тока намагничивания

### Характеристики

Таблица 5.41: Определение бросков тока намагничивания (68F2)

Уставки:	
- Значение пуска	10 – 100 % (шаг 1%)
- время срабатывания	0.03 – 300.00 s (шаг 0.01 s)
Погрешность:	
- пуск	±1% - единица

**Примечание** Амплитуда гармонической составляющей второй гармоники должна составлять не менее 2% от номинала ТТ. Если номинальный ток равен 5 А, то амплитуда гармонической составляющей 100 Гц должна превышать 100 мА.

## 5.30 Определение пятой гармоники (ANSI 68H5)

ANSI 68H5	Фидер	Электродвигатель	Описание
P3U10	x	x	Перевозбуждение трансформатора создает нечетные гармоники. Степень защиты определения пятой гармоники используется для для определения перевозбуждения. Эту степень можно также использовать для блокировки некоторых других ступеней защит.
P3U20	x	x	
P3U30	x	x	

Соотношение между гармоническими составляющими пятой гармоники и основной частоты измеряется во всех фазных токах. Когда соотношение в любой фазе превышает заданное значение, степень активирует сигнал пуска. После окончания времени задержки срабатывания степень выдает сигнал срабатывания. Задержка срабатывания ступеней, подлежащих блокировке, должна быть не менее 60 мс для обеспечения надежной блокировки.

### Характеристики

**Таблица 5.42: Определение пятой гармоники (68H5)**

Уставки:	
- Диапазон уставки перевозбуждения	10 – 100 % (шаг 1%)
- время срабатывания	0.03 – 300.00 s (шаг 0.01 s)
Погрешность:	
- пуск	±2%- единица

## 5.31 Функция автоматического повторного включения АПВ (ANSI 79)

ANSI 79	Фидер	Электродвигатель
P3U10	x	
P3U20	x	
P3U30	x	

### Описание

Защита реле Easergy Sepam P3 включают в себя сложную функцию автоматического повторного включения (АПВ). Функция АПВ обычно используется в реле защиты фидера, которые защищают воздушную линию. Большинство неисправностей воздушных линий являются временными по своей природе. Даже 85% аварий можно очистить, используя функцию АПВ.

Функция АПВ использует функцию управления объектом для управления объектами. Все другие методы управления объектами используются одновременно, включая мониторинг отказа объекта. Если управление автоматическим выключателем выходит из строя или другая функция управляет выключателем, последовательность выполнения АПВ останавливается.

### Назначение

Защиты выявляют неисправность и затем запускают функцию АПВ. После отключения автоматического выключателя функция АПВ может повторно включить выключатель. Обычно первое ПВ настолько короткое, что потребители ничего не замечают. Тем не менее неисправность исчезает, и фидер продолжает работать в нормальном режиме.

### Принцип работы АПВ

Несмотря на то, что основной принцип АПВ очень прост, существует множество разных таймеров и параметров, которые необходимо установить.

В реле Easergy Sepam P3 есть пять циклов АПВ. Цикл состоит из времени отключенного состояния (так называемое «мертвое» время) и времени включенного состояния (так называемое «время горения» или время распознавания). Высокоскоростной цикл означает, что «мертвое» время меньше одной секунды. Цикл с задержкой по времени означает более длительные «мертвые» времена до двух-трех минут.

Есть четыре линии АПВ для каждого цикла. Включите выбранную линию (АПВ1-4), чтобы запустить цикл. Если ни одна линия АПВ не выбрана, а функция АПВ введена в работу, защита выдает сигнал окончательного отключения. Линия означает канал инициализации АПВ. Как правило, для инициирования АПВ используются сигналы пуска или срабатывания функций защиты. Каждая линия АПВ имеет приоритет. АПВ1 имеет самый высокий уровень, а АПВ4 имеет самый низкий приоритет. Это означает, что, если две линии иницируются одновременно, АПВ

запускается только по линии с самым высоким приоритетом. Очень типичная конфигурация линий заключается в том, что ступень токовой отсечки инициирует линию АПВ1, ступень токовой защиты с задержкой времени срабатывания инициирует линию АПВ2 и защита от замыкания на землю будут использовать линии АПВ3 и АПВ.

Матрица АПВ на Рисунке 5.69 описывает сигналы пуска и срабатывания функции АПВ.

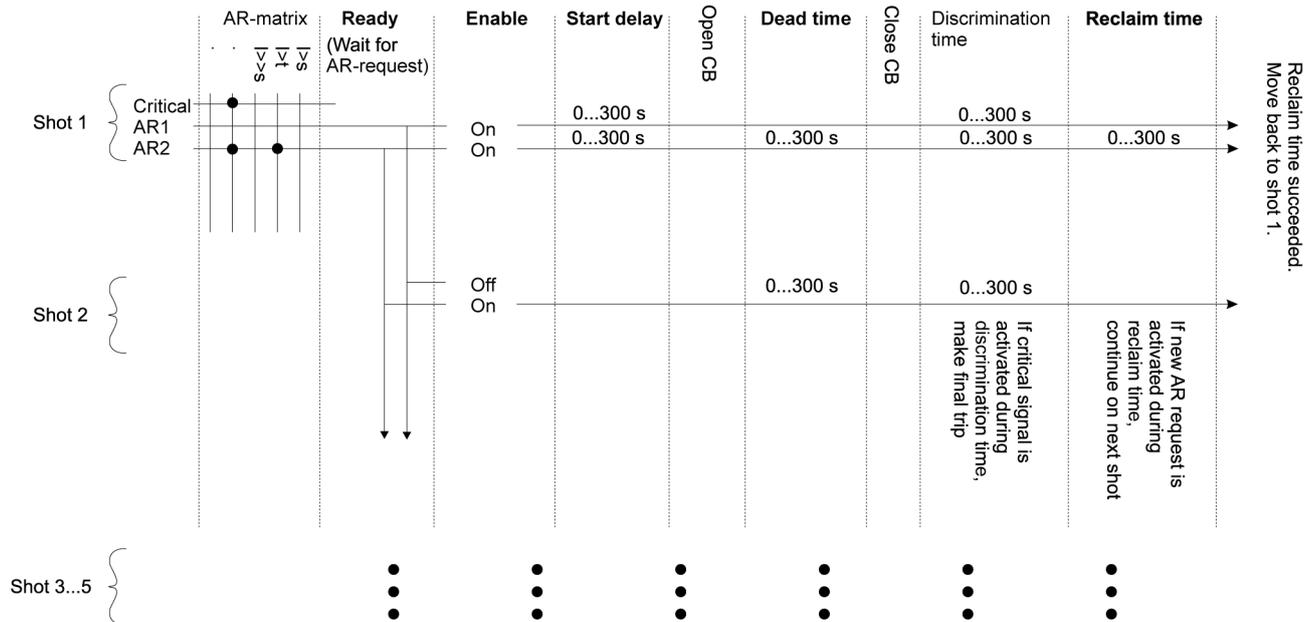


Рисунок 5.69: Матрица АПВ

После задержки пуска выключатель отключится, если он включен. Когда выключатель отключится, запускается таймер "мертвого" времени. Каждый цикл от 1 до 5 имеет собственную настройку "мертвого" времени.

После окончания "мертвого" времени выключатель включится и запускается таймер распознавания. Каждое отключение от 1 до 5 имеет свою собственную настройку времени распознавания. Если в течение времени распознавания поступит сигнал неисправности, функция АПВ выполняет финальное отключение. Выключатель отключится и АПВ блокируется. Включение выключателя вручную снимает блокировку АПВ.

По прошествии времени распознавания стартует таймер времени восстановления. Если какой-либо сигнал пуска АПВ активируется во время восстановления или распознавания, функция АПВ переходит к следующему циклу. Уставка времени восстановления является общим для каждого цикла АПВ.

Если время возврата заканчивается, АПВ успешно выполнено, функция АПВ переходит в состояние готовности и ждет нового запроса АПВ на отключение в цикле 1.

Настройте сигнал запуска защиты ступени, чтобы инициировать функцию АПВ. Сигнал срабатывания защиты ступени можно использовать в качестве дублирующего сигнала. Если что-то не

срабатывает в функции АПВ, сигнал срабатывания отключит выключатель. Установка задержки времени срабатывания в ступени защиты должна быть больше, чем время задержки пуска АПВ и время распознавания.

Если для прерывания действия АПВ используется сигнал неисправности, установленное время распознавания должно быть достаточно продолжительным для ступени выдачи сигнала неисправности, как правило, не менее 100 мс.

### Ручное включение

Когда выключатель включается вручную с помощью кнопок на передней панели реле, дистанционных команд, цифровых входов и т.д., активируется состояние восстановления. В течение времени восстановления все АПВ-запросы игнорируются. Ступени защит в случае необходимости отключают выключатель. Поэтому сигналы срабатывания ступеней защит должны быть подключены к реле отключения в матрице выходов.

### Ручное отключение

Ручная команда отключения выключателя во время действия АПВ останавливает последовательность действий АПВ и оставляет выключатель отключенным.

### Уставка времени восстановления

- Использование специфичного для цикла времени восстановления: Нет  
Эта уставка времени восстановления определяет время восстановления между различными циклами во время работы АПВ, а также время восстановления после ручного включения.
- Использование специфичного для цикла времени восстановления: Да  
Эта уставка времени восстановления определяет время восстановления только для ручного управления. Время возврата между различными циклами определяется настройками времени восстановления, специфичными для цикла АПВ.

### Поддержка двух автоматических выключателей

Функция АПВ может быть сконфигурирована для управления двумя объектами. Для выключателя 1 может быть сконфигурированы объекты 1-6, и любой другой управляемый объект может использоваться как выключатель 2. Выбор объекта для выключателя 2 производится с помощью установок настроек меню **Объект 2**. Переключение между двумя объектами осуществляется с помощью дискретного входа, виртуального входа, виртуального выхода или путем выбора **Автоматический выбор выключателя**

АПВ управляет выключателем 2, когда вход, определенный в меню **Вход для выбора В-ля 2** (кроме случаев использования автоматического выбора выключателя при работе выключателя 1 или 2, определяющего последний включенный выключатель). Управление переключается на другой объект только в том случае, если текущий объект не включен.

### **Блокировка цикла АПВ**

Каждый цикл АПВ может быть заблокирован дискретным входом, виртуальным входом или виртуальным выходом. Вход блокировки выбирается с помощью настроек в **Block**. Когда выбранный вход активен, работа цикла АПВ заблокирована. Заблокированный цикл АПВ обрабатывается так, как будто его нет, и АПВ переходит к следующему циклу. Если последний цикл АПВ заблокирована, любой запрос АПВ во время восстановления предыдущего цикла вызывает окончательное отключение.

### **Пуск АПВ**

Каждый запрос АПВ имеет свой отдельный счетчик задержки запуска. Выбирается тот АПВ, в котором задержка пуска истекла первой. Если одновременно истекли несколько задержек пуска, выбирается запрос АПВ с наивысшим приоритетом. АПВ1 имеет самый высокий приоритет, а АПВ4 имеет самый низкий приоритет. Первый цикл АПВ выбирается в соответствии с запросом АПВ. Следующий АПВ отключает выключатель и начинает отсчет "мертвого времени".

### **Пуск или пропуск циклов 2-5 АПВ**

Каждая линия запроса АПВ может быть включена для любой комбинации из пяти циклов. Например, задание последовательности **Цикл 2** и **Цикл 4** для запроса АПВ 1 выполняется путем включения АПВ1 только для этих двух циклов.

**Примечание** Если АПВ пускается в циклах 2-5, задержка пуска берется из времени распознавания предыдущего цикла. Например, если цикл 3 является первым циклом для АПВ2, задержка пуска для этой последовательности определяется временем распознавания цикла 2 для АПВ2.  
**Критический запрос АПВ**

Критический запрос АПВ останавливает работу АПВ и вызывает окончательное отключение. Критический запрос игнорируется, когда АПВ не запущен.

Критический запрос принимается в течение "мертвого" времени и времени распознавания.

### **Активные сигналы матрицы цикла**

Когда задержка пуска истекла, для первого цикла устанавливается активный сигнал. Если успешное повторное включение выполняется в конце цикла, активный сигнал сбрасывается после времени восстановления. Если повторное включение не было успешным или во время восстановления появляется новое повреждение, активный сигнал сбрасывается для текущего цикла, и устанавливается активный сигнал для следующего цикла (если остались какие-либо циклы перед финальным отключением).

### **Матричный сигнал работающего АПВ**

Этот сигнал показывает "мертвое" время. Сигнал устанавливается после отключения выключателя. Когда "мертвое" время заканчивается, сигнал сбрасывается, а выключатель включается.

### **Матричные сигналы финального отключения**

В матрице имеется пять финальных сигналов отключения, по одному для каждого запроса АПВ (от 1 до 4 и 1 критического). Когда происходит финальное отключение, один из этих сигналов устанавливается в соответствии с запросом АПВ, который вызвал финальное отключение. Последний сигнал отключения остается активным в течение 0,5 секунд, а затем сбрасывается автоматически.

### **Дискретный вход для блокировки настроек АПВ**

Этот параметр полезен при внешнем реле контроля синхронизации. Этот параметр влияет только на повторное включение выключателя. Повторное включение выключателя может быть заблокировано дискретным входом, виртуальным вводом или виртуальным выходом. Когда вход блокировки активен, выключатель не включится до тех пор, пока блокирующий вход станет снова не активным. Как только блокировка становится неактивной, выключатель немедленно включится.

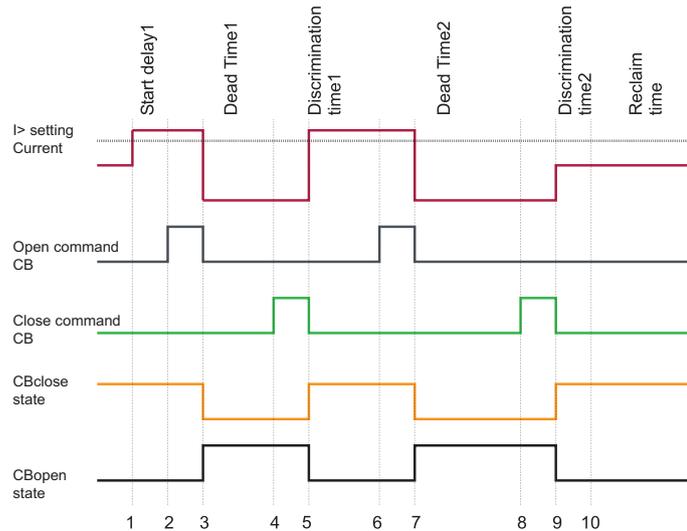


Рисунок 5.70: Пример последовательности двух циклов. После цикла 2 неисправность устраняется.

1. Ток превышает уставку  $I >$ ; начинается задержка пуска цикла 1.
2. После окончания задержки пуска выходное реле "Отключение выключателя" срабатывает.
3. Отключается выключатель. Запускается отсчет "мертвого" времени цикла 1, выходное реле "Отключение выключателя" отпускается.
4. "Мертвое" время цикла 1 заканчивается; выходное реле "Включение выключателя" срабатывает.
5. Выключатель включается. Выходное реле "Включение выключателя" отпускается, начинается отсчет времени распознавания цикла 1. Ток  $I >$  по-прежнему выше уставки.
6. Время распознавания цикла 1 заканчивается; выходное реле "Отключение выключателя" срабатывает.
7. Отключается выключатель. Запускается отсчет "мертвого" времени цикла 2, выходное реле "Отключение выключателя" отпускается.
8. "Мертвое" время цикла 2 заканчивается; выходное реле "Включение выключателя" срабатывает.
9. Выключатель включается. Выходное реле "Включение выключателя" отпускается, начинается отсчет времени распознавания цикла 2. Ток  $I >$  теперь ниже уставки.
10. Пуск времени восстановления. После окончания времени восстановления АПВ успешно выполнен. Функции АПВ переходит в режим ожидания, чтобы дождаться нового запроса АПВ в цикле 1.

## 5.32 Защита от повышения или понижения частоты (ANSI 81)

ANSI 81	Фидер	Электродвигатель	Описание
P3U10			Защита по частоте используется для сброса нагрузки, обнаружения потери энергосистемы и как резервная защита по превышению скорости.
P3U20			
P3U30	x	x	Функция защит по частоте измеряет частоту от двух первых входов напряжения. Как минимум на один из этих двух входов должно быть подано напряжение, чтобы иметь возможность измерять частоту. Если измеряемая частота превышает уставку пуска, ступень защиты выдает сигнал пуска. Если неисправность длится дольше, чем установленное время задержки, выдается сигнал срабатывания. В ситуациях, когда напряжение отсутствует, используется адаптированная частота.

### Режим защиты для ступеней $f > <$ и $f > < <$

Эти две ступени могут конфигурироваться на повышенную частоту или пониженную частоту.

### Самоблокировка пониженного напряжения ступеней пониженной частоты

Ступени защит от понижения частоты блокируются, когда наибольшее из трех линейных напряжений ниже уставки предела низкого напряжения. При этой общей настройке Блок.НН (LVBlk) все ступени защит от понижения частоты блокируются, когда напряжение падает ниже заданного предела. Идея состоит в том, чтобы избежать формирования бесполезных аварийных сигналов, когда напряжение отключено.

### Первоначальная самоблокировка ступени защиты от пониженной частоты

Когда наибольшее из трех линейных напряжений было ниже предела блокировки, ступени пониженной частоты будут блокироваться до достижения уставки срабатывания.

### Четыре независимые ступени защиты по частоте

Есть четыре отдельно регулируемые ступени защиты по частоте:  $f > <$ ,  $f > < <$ ,  $f <$ ,  $f < <$ . Две первые ступени могут быть сконфигурированы либо для обнаружения повышенной частоты, либо понижения частоты. Поэтому, в общей сложности, четыре ступени защиты от понижения частоты могут использоваться одновременно. Используя программируемые ступени можно увеличить количество ступеней. (См. глава Глава 5.35 Свободно

программируемые ступени (ANSI 99)). Все ступени имеют независимую задержку срабатывания (DT)..

### Группы настроек

Для каждой ступени доступны четыре группы настроек.

### Характеристики

**Таблица 5.43: Повышение или падение частоты  $f > <$ ,  $f >> <<$  (81H/81L)**

зона измерения частоты	16,0 – 75,0 Гц
Ток и напряжение, диапазон изм.	45.0 – 65.0 Гц
Уставка ступени частоты диапазон	40.0 – 70.0 Гц (шаг 0.01)
Блокировка от низкого напряжения	10 – 100 % $U_N$ Частота для блокирования от низкого напряжения 45 – 65 Hz. Блокировка от низкого напряжения проверяется по максимуму линейных напряжений.
Независимое время задержки: -Задержка на срабатывание	0,10** – 300,0 с (шаг 0,02 с)
Время активации	< 100 мс
Время сброса	<120 мс
Коеф. возврата ( $f >$ и $f >>$ )	<0,998
Коеф. возврата ( $f <$ и $f <<$ )	>1,002
Коеф. возврата (LV блок)	Мгновенно (без гистерезиса)
Погрешность: - пуск - Запуск (LV блок) - время срабатывания	$\pm 20$ мГц 3% установленного значения или $\pm 0.5$ V $\pm 1\%$ от $\pm 30$ мс

**Примечание** Если по какой-то причине реле перезагружается, нет срабатывания защит, даже если частота ниже установленного предела во время пуска (пуск и отключение заблокированы). Чтобы отменить эти блокировки, частота должна превышать установленный предел.

**Таблица 5.44: Понижение частоты  $f <$ ,  $f <<$  (81L) Ступени понижение частоты  $f <$ ,  $f <<$  (81L)**

зона измерения частоты	16,0 – 75,0 Гц
Ток и напряжение, диапазон изм.	45.0 – 65.0 Гц
Уставка ступени частоты диапазон	40.0 – 64.0 Гц
Блокировка от низкого напряжения	10 – 100 % $U_N$ Частота для блокирования низкого напряжения 45 – 65 Hz. Блокировка от низкого напряжения проверяется по максимуму линейных напряжений.
Независимое время задержки: -Задержка по времени	0,10** – 300,0 с (шаг 0,02 с)
Блокировка от низкого напряжения	2 – 100 %
Время активации	< 100 мс
Время сброса	<120 мс
Коэффициент возврата	>1,002
Коэф. возврата (LV блок)	Мгновенно (без гистерезиса)
Погрешность: - Запуск - Запуск (LV блок) - время срабатывания	$\pm 20$ мГц 3% установленного значения или $\pm 0.5$ V $\pm 1\%$ от $\pm 30$ мс

\*\*\*) Это мгновенное время, то есть минимальное общее время работы, включая время обнаружения неисправности и время срабатывания контактов отключения.

## 5.33 Защита по скорости изменения частоты (ANSI 81R)

ANSI 81R	Фидер	Электродвигатель
P3U10		
P3U20		
P3U30	x	x

### Описание

Защита по скорости изменения частоты (ROCOF="rate of change of frequency" или  $df / dt$ ) используется для быстрого сброса нагрузки, для ускорения времени срабатывания при понижении и повышении частоты и для обнаружения потери энергосистемы. Например, можно не применять централизованное реле сброса нагрузки, а распределить функцию сброса нагрузки индивидуально для каждого фидера, используя реле Easergy Sepam P3, установленного на фидере. Особой областью применения для ROCOF является обнаружение потери энергосистемы (потеря связи с энергосистемой, изолированный режим работы). Чем больше остающиеся генерирующие мощности отличаются от мощности нагрузки перед потерей связи с энергосистемой, тем лучше функция ROCOF оценивает ситуацию.

### Поведение частоты во время переключения нагрузки

Переключение нагрузки и повреждения могут приводить к изменению частоты. Уменьшение нагрузки может увеличить частоту, и увеличение нагрузки может уменьшить частоту, по крайней мере, на некоторое время. Частота может также колебаться после изменения нагрузки. Через некоторое время система регулирования частоты генераторов возвращает частоту обратно к номинальному значению. Однако в случае тяжелого короткого замыкания или если новая нагрузка превышает генерирующую мощность, частота продолжит уменьшаться.

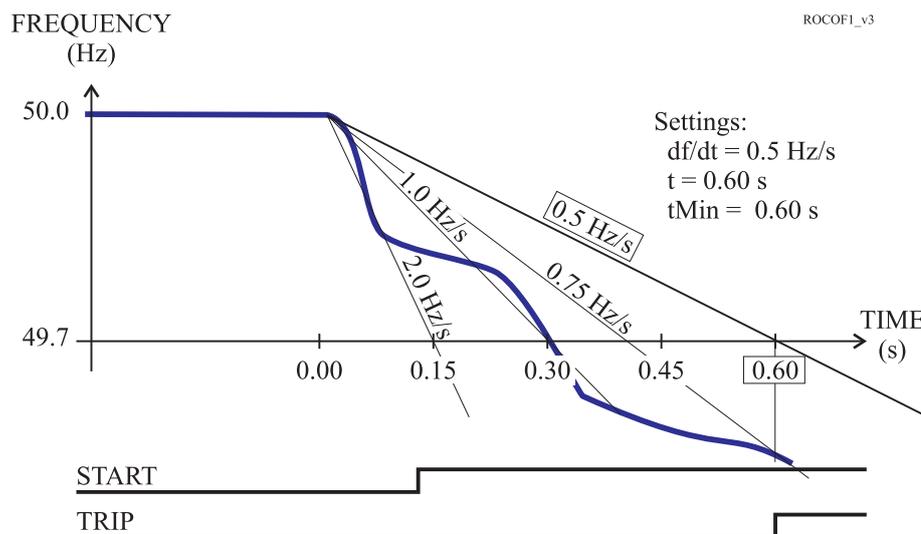


Рисунок 5.71: Пример действия защиты с независимым временем задержки срабатывания при изменении частоты со скоростью  $df/dt$ . Через 0,6 с, что равно времени задержки на срабатывание, средняя скорость изменения частоты превышает уставку защиты 0,5 Гц / с, поэтому формируется сигнал аварийного отключения.

### ROCOF реализация

Функция ROCOF реагирует на абсолютное значение производной по времени среднего значения измеренной частоты  $|df/dt|$ . Если  $|df/dt|$  превышает установленное значение в течение 80 мс, ступень ROCOF запускается и выдает сигнал пуска после дополнительной задержки 60 мс. Если среднее значение  $|df/dt|$  превышает уставку пуска к моменту окончания времени задержки срабатывания, то выдается сигнал срабатывания. В режиме независимой задержки времени срабатывания второй параметр задержки «минимальная задержка,  $t_{\text{MIN}}$ » должен быть равен времени задержки срабатывания « $t$ ».

Если частота стабильна в течение примерно 80 мс, а время  $t$  уже прошло без отключения, ступень сбрасывается.

### ROCOF и ступени повышения или понижения частоты

Разница между функцией защиты от повышения или понижения частоты и функцией  $df/dt$  - это скорость реагирования. Часто функция  $df/dt$  может предсказать события повышения или понижения частоты, следовательно, реагирует быстрее, чем простая функция защиты от повышения или понижения частоты. Поэтому в большинстве случаев стандартную функцию защиты от повышения или понижения частоты необходимо использовать вместе с ROCOF, чтобы обеспечить отключение в случае, когда защита по частоте реагирует дольше на медленное изменение частоты, чем настройка скорости изменения частоты ROCOF.

### Характеристики независимого времени срабатывания

Рисунок 5.71 показывает пример, когда пусковое значение  $df/dt$  составляет 0,5 Гц / с, а время задержки срабатывания  $t = 0,60$  с и  $t_{\text{MIN}} = 0.60$  s. Равенство времен  $t = t_{\text{MIN}}$  определяет характеристику независимого времени задержки срабатывания. Хотя скорость изменения частоты не стабильна, ступень не сбрасывается, а продолжает вычислять среднее значение скорости изменения частоты с момента пуска. При заданном времени задержки срабатывания,  $t = 0,6$  с, средний скорость изменения частоты составляет 0,75 Гц / с. Это превышает уставку, и ступень выдает сигнал срабатывания.

При уставках менее 0,7 Гц / с, самое быстрое возможное время срабатывания ограничено в соответствии с Рисунок 5.72.

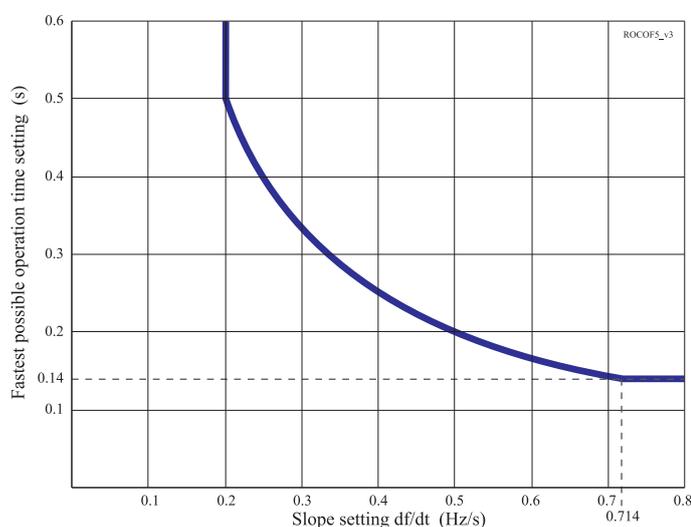


Рисунок 5.72: При очень чувствительных уставках спада самое быстрое возможное время срабатывания ограничивается в соответствии с рисунком.

### Характеристики обратозависимого времени срабатывания

Обратнозависимый тип характеристик времени срабатывания достигается путем задания второго параметра задержки  $t_{\text{MIN}}$  меньше, чем задержка срабатывания  $t$ .

Рисунок 5.74 показывает один пример, где поведение частоты такое же, как на первом рисунке, но значение  $t_{\text{MIN}}$  составляет 0,15 с вместо того, чтобы быть равным  $t$ . Время срабатывания зависит от измеренного среднего значения скорости изменения частоты в соответствии со следующим уравнением:

Уравнение 5.15:

$$t_{\text{TRIP}} = \frac{S_{\text{SET}} \cdot t_{\text{SET}}}{|S|}$$

$t_{\text{TRIP}}$  = Итоговое время срабатывания (в секундах).

$s_{SET} = df/dt$  т.е. уставка скорости изменения частоты (Герц/секунда).

$t_{SET}$  = значение времени срабатывания  $t$  (в секундах).

$s$  = Измеренное среднее значение скорости изменения частоты (Герц/секунда).

Минимальное время задержки срабатывания всегда ограничено параметром настройки  $t_{MIN}$ . В этом примере минимальное время задержки, 0,15 с, достигается, когда среднее значение скорости изменения частоты составляет 2 Гц / с или более. Крайняя левая кривая в Рисунок 5.73 показывает зависимые характеристики с теми же настройками, что и в Рисунок 5.74.

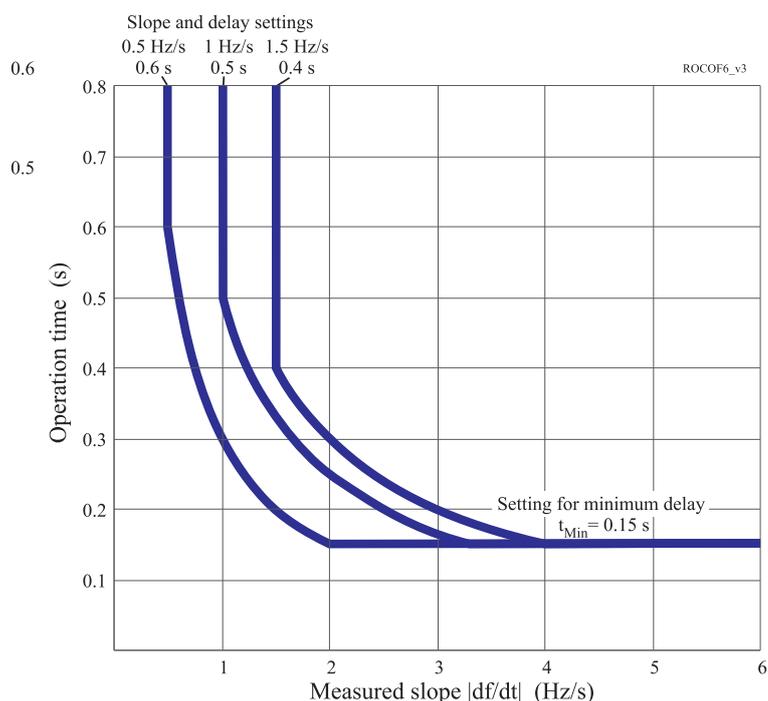


Рисунок 5.73: Три примера возможных характеристик обратозависимого времени срабатывания  $df/dt$ . Уставки скорости изменения частоты и задержки срабатывания определяют точки перегиба слева. В этих трех примерах была использована общая уставка для  $t_{Min}$ . Этот параметр минимальной задержки определяет положения точек перегиба справа..

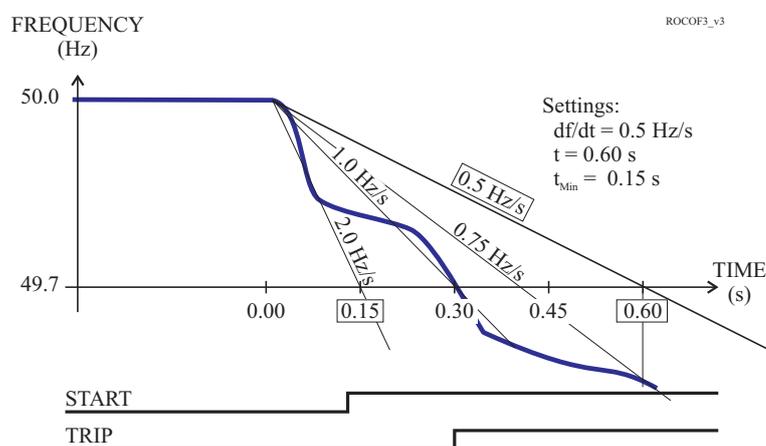


Рисунок 5.74: Пример обратозависимого времени срабатывания  $df/dt$ . Время до аварийного отключения будет 0,3 с, хотя уставка составляет

0,6 с, поскольку среднее значение скорости изменения частоты 1 Гц/с больше, чем значение уставки 0,5 Гц/с..

### Группы настроек

Доступны четыре группы настроек.

### Характеристики

**Таблица 5.45: Параметры защиты по скорости изменения частоты  $df/dt$  (81R)**

Уставка пуска $df/dt$	0.2 – 10.0 Гц/с (шаг 0.1 Гц/с)
Независимое время задержки срабатывания ( $t_{>}$ и $t_{Min>}$ равны): - Время срабатывания $t_{>}$	0.14** – 10.00 с (шаг 0.02 с)
Зависимое время задержки срабатывания ( $t_{>}$ is больше, чем $t_{Min>}$ ): - Мин. время срабатывания $t_{Min>}$	0.14** – 10.00 с (шаг 0.02 с)
Время активации	типичное время 140 мс
Время сброса	150 мс
Время задержки	< 90 мс
Коэффициент возврата	1
Погрешность: - пуск - Время срабатывания (превышение времени $\geq 0.2$ Hz/s)	10% уставки или $\pm 0.1$ Гц/с $\pm 35$ мс, когда в зоне 0.2 – 1.0 Hz/s

**Примечание** ROCOF Ступень использует тот же минимальный предел блокировки, что и ступени защиты по частоте.

\*\*\*) Это мгновенное время, то есть минимальное общее время работы, включая время обнаружения неисправности и время срабатывания контактов отключения.

## 5.34 Удержание (ANSI 86)

ANSI 86	Фидер	Электродвигатель	Описание
P3U10	x	x	Функция удержания, также называемая фиксацией состояния (самоблокировка), может быть запрограммирована для выходных сигналов в МАТРИЦЕ ВЫХОДОВ. В любой ступени защиты сигналы пуска или срабатывания, дискретный вход, логический выход, аварийный сигнал, сигнал GOOSE, подключенные к следующим выходам, могут находиться в режиме удержания :
P3U20	x	x	
P3U30	x	x	

- контакты выходных реле T1 – T7, A1
- светодиоды на передней панели
- виртуальные выходы VO1- VO20

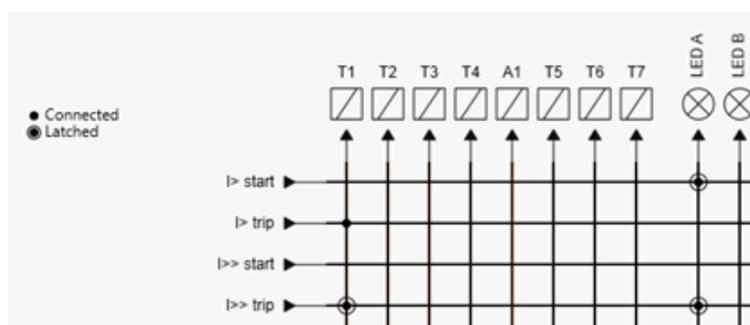


Рисунок 5.75: Запрограммированные удержания для светодиодов A и I>> сигналы отключения. Сигнал с удержанием идентифицируется точкой и окружностью в пересечении сигнальных линий матрицы.

Удержание может быть сброшено через дисплей или через Easergy Pro. См. Глава 4 Функции управления.

Установите удержания для выходных реле, светодиодов и виртуальных выходов, чтобы восстановить их исходное состояние, обнаруженное до выключения питания, выбрав флажок **Сохранение состояния удержания** в **Общая > Сброс удержаний** в окне настроек.

Рисунок 5.76: Окно сохранения настроек удержания

## 5.35 Свободно программируемые ступени (ANSI 99)

ANSI 86	Фидер	Электродвигатель
P3U10	x	x
P3U20	x	x
P3U30	x	x

### Описание

Для особых областей применения пользователь может создать свою собственную ступень защиты, выбрав контролируемый сигнал и режим сравнения.

Доступны следующие параметры:

- Priority**  
 Если время задержки срабатывания менее 80 миллисекунд, выберите 10 мс. Для времен задержки срабатывания до одной секунды рекомендуется использовать 20 мс. Для болейших времен задержки срабатывания времени и сигналов THD (коэффициент нелинейных искажений) рекомендуется использовать 100 мс.
- Coupling A**  
 Выбранный контролируемый сигнал в режиме ">" and "<". Доступные сигналы показаны в таблице ниже.
- Coupling B**  
 Выбранный контролируемый сигнал в режиме «Diff» и «AbsDiff». Этот выбор становится доступным после выбора «Diff» или «AbsDiff» для Coupling A.
- Состояние сравнения**  
 Режим сравнения. '>' для большего значения или '<' для меньшего значения, "Diff" и "AbsDiff" для сравнения Coupling A и Coupling B.
- AbsDiff | d |**  
 Coupling A - Coupling B. Ступень активируется, если разность больше, чем уставка пуска.
- Diff d**  
 Coupling A - Coupling B. Ступень активируется, если знак положительный и разность больше, чем уставка пуска.
- Пуск защиты**  
 Ограничение ступени. Доступный диапазон уставки и устройство зависят от выбранного сигнала.
- Задержка срабатывания**  
 Независимое время задержки срабатывания.
- Гистерезис**  
 Мертвая зона (гистерезис). Для получения дополнительной информации, См. Глава 5.2 Общие характеристики ступеней защиты.
- Никакого предела сравнения для режима <**

Используется только с режимом сравнения в ('<'). Это предел для запуска сравнения. Значения сигнала в NoStr не считаются повреждением.

**Таблица 5.46: Доступные сигналы для контроля программируемыми ступенями**

IL1, IL2, IL3	Фазные токи (значения RMS)
Io	Ток замыкания на землю
U12, U23, U31	Линейные напряжения
UL1, UL2, UL3	Фазные напряжения
Uo	Напряжение смещения нейтрали
f	Частота
P	Активная мощность
Q	Реактивная мощность
S	Полная мощность
Cos Phi	Cos $\phi$
IoCalc	Сумма векторов $I_{L1} + I_{L2} + I_{L3}$
I1	Ток прямой последовательности
I2	Ток обратной последовательности
I2/I1	Относительный ток обратной последовательности
I2/In	Ток обратной последовательности в рн
U1	Максимальное напряжение прямой перенапряжение
U2	Максимальное напряжение обратной последовательности
U2/U1	Относительное напряжение обратной последовательности
IL	Среднее $(I_{L1} + I_{L2} + I_{L3}) / 3$
Tan Phi	Тангенс $\phi$ [ $= \tan(\arccos\phi)$ ]
PRMS	Значение RMS активной мощности
QRMS	Значение RMS реактивной мощности
SRMS	Значение RMS полной мощности
THDIL1	Общие гармонические искажения $I_{L1}$
THDIL2	Общие гармонические искажения $I_{L2}$
THDIL3	Общие гармонические искажения $I_{L3}$
THDU <sub>A</sub>	Общие гармонические искажения входа U <sub>A</sub>
THDU <sub>B</sub>	Общие гармонические искажения входа U <sub>B</sub>
THDU <sub>C</sub>	Общие гармонические искажения входа U <sub>C</sub>
fy	Частота за выключателем
fz	Частота после 2-о выключателя
IL1RMS	IL1 RMS для средней выборки
IL2RMS	IL2 RMS для средней выборки
IL3RMS	IL3 RMS для средней выборки
ILmin, ILmax	Минимум и максимум фазных токов
ULLmin, ULLmax	Минимум и максимум линейных напряжений

---

ULNmin, ULNmax	Минимум и максимум фазных напряжений
VAI1, VAI2, VAI3, VAI4, VAI5	Виртуальные аналоговые входы 1, 2, 3, 4, 5 (GOOSE)

### **Восемь независимых ступеней**

Реле имеет восемь независимых программируемых ступеней. Каждая программируемая ступень может быть включена или отключена для соответствия намеченной области применения.

### **Группы настроек**

Доступны четыре группы настроек.

См. Глава 5.2 Общие характеристики ступеней защиты

# 6 Поддерживаемые функции

## 6.1 Журнал событий

Журнал событий - это буфер кодов событий и временных меток, включая дату и время. Например, каждый пуск включения-отключения, аварийное включение-отключение любой ступени защиты имеет уникальный код номера события. Такой код и соответствующая метка времени называются событием.

В качестве примера типичного события программируемой ступени показано событие срабатывания ступени в Таблица 6.1.

**Таблица 6.1: Пример программирования 1 (Pgr1) срабатывания ступени на событие и его отображение на дисплее передней панели и в протоколах связи**

СОБЫТИЕ	Описание	Передняя панель	Протоколы связи
Код: 01E02	Канал 1, событие 2	Да	Да
Включено срабатывание в Prg1	Текст события	Да	Нет
2,7 x In	Значение неисправности	Да	Нет
2007-01-31	Дата	Да	Да
08:35:13.413	Время	Да	Да
Тип: U12, U23, U31	Тип неисправности	Да	Нет

События являются основными данными для системы SCADA. Системы SCADA считывают события с использованием любого из доступных протоколов связи. Журнал событий также можно просмотреть с передней панели или Easergy Pro. В EasergyPro события могут быть сохранены в файле, особенно если реле не подключено к какой-либо системе SCADA.

При использовании протоколов связи или Easergy Pro может быть прочитано только последнее событие. Каждое чтение увеличивает внутренний указатель чтения буфера событий. (В случае прерываний связи последнее событие может быть перечитано любое количество раз с использованием другого параметра.) На передней панели возможен просмотр буфера событий вперед и назад.

### Активация/маскирование события

Неинтересное событие может быть замаскировано, что предотвращает его запись в буфере событий. По умолчанию в буфере есть место для 200 последних событий. ТРазмер буфера событий может быть изменен от 50 до 2000. При изменении размера буфера событий записанные события стираются.

Модификация может проводиться в меню «Передняя панель конф».

Экран индикации (всплывающий экран) также можно включить в том же меню в Easergy Pro. Самое старое событие перезаписывается при возникновении нового события. Показанное разрешение метки времени составляет одну миллисекунду, но фактическое разрешение зависит от конкретной функции, создающей событие. Например, большинство ступеней защиты создают события с разрешением 5 мс, 10 мс или 20 мс. Абсолютная точность всех меток времени зависит от синхронизации времени реле. См. Глава 6.4 Внутренние часы и синхронизация для синхронизации системных часов.

### **Переполнение буфера событий**

Обычная процедура это постоянный опрос событий из реле. Если это не сделано, буфер событий может достичь своих пределов. В этом случае самое старое событие удаляется, а самое новое отображается с кодом OVF (переполнения) на передней панели.

Таблица 6.2: Настройка параметров для событий

Значение параметра	Параметр	Описание	Примечание
Счетчик		Количество событий	
Очистка событий ClrEv	- Очистить	Очистить буфер событий	Set
Порядок	Старый-Новый Новый-Старый	Порядок буфера событий для отображения на дисплее	Set
Мсштаб.FVScal		Масштабирование значения события неисправности	Set
	PU	Масштаб. в относит. единицах	
	Pri	Масштаб. в перв. единицах	
Дисплей Авар. сигнализация	Вкл Откл	Дисплей индикации разрешен Никакого дисплея индикации	Set
Sync		Контролирует формат времени события	
	Вкл Откл	Время события отображается нормально, если реле синхронизировано Время события отображается в скобках, если реле не синхронизировано	
<b>ФОРМАТ СОБЫТИЙ НА ДИСПЛЕЕ</b>			
Код: CHENN		CH = канал событий, NN = код события (номер канала не отображается, если канал равен нулю)	
Описание события		Канал и код события в текстовом формате	
yyyy-mm-dd		Дата (доступные форматы даты смотри в Глава 6.4 Внутренние часы и синхронизация)	
hh:mm:ss.nnn		Время	

## 6.2 Осциллографирование

Осциллограф может использоваться для записи всех измеренных сигналов, токов, напряжения и информации о состоянии дискретных входов (DI) и дискретных выходов (DO). Если частота дискретизации меньше 1/10 мс, могут быть записаны также рассчитанные сигналы, такие как активная мощность, коэффициент мощности, максимальное значение токов обратной последовательности и т. Д. Для получения полного списка сигналов См. Таблицу 6.3.

### Запуск записи

Запись может быть инициирована любым сигналом пуска или срабатывания от любой ступени защиты, с помощью дискретного входа, логического выхода или сигналов GOOSE. Сигнал пуска выбирается в матрице выходов (вертикальный сигнал DR). Запись также может запускаться вручную. Все записи имеют отметки времени.

### Чтение записей

Записи могут быть выгружены с помощью программы Easergy Pro. Запись выполняется в формате COMTRADE. Это означает, что и другие программы могут использоваться для просмотра и анализа записей, сделанных реле.

### Количество каналов

Можно сохранить до 12 записей и максимальный выбор каналов в одной записи 12. Как дискретные входы, так и дискретные выходы (включая все входы и выходы) используют один канал из 12.

RECORDER CHANNELS	
Ch	IL1,IL2,IL3,Io1,U12,U23,U31,Uo,DI,DO
Add recorder channel	DO
Delete recorder channel	-
Remove all channels	-

Таблица 6.3: Параметры Осциллографа

Значение параметра	Параметр	Единица	Описание	Примечание
Режим			Поведение в ситуации заполнения памяти:	Set
	Заполнение		Записи больше не принимаются	
	Перезапись		Самая старая запись перезаписывается	
Частота выборки (SR)			Частота выборки	Set
	32/период		Переменный сигнал	
	16/период		Переменный сигнал	
	8/период		Переменный сигнал	
	1/10мс		Значение одного цикла*)	
	1/20мс		Значение одного цикла**)	
	1/200мс		Среднее	
	1/1с		Среднее	
	1/5с		Среднее	
	1/10с		Среднее	
	1/15с		Среднее	
	1/30с		Среднее	
	1/1Мин.		Среднее	
Время		с	Длина записи	Set
Запись до события (PreTrig)		%	Количество данных записи до момента пуска записи	Set
Макс. длина записи (MaxLen)		с	Максимальное время записи. Это значение зависит от частоты выборки, количества и типа выбранных каналов и заданной длины записи.	
ГотовнЗаписи			Читаемые записи	
Status			Состояние записи	
	-		Не активен	
	Работа		Ожидание пуска	
	Пуск		Запись	
	ЗАПОЛНЕНО		Память заполнена поностью	
Ручной пуск(ManTrig)	-, Trig		Ручное включение	Set
ГотовнЗаписи	n/m		n = Доступные записи/ m = максимальное количество записей Значение «m» зависит от частоты выборки, количества и типа выбранных каналов и заданной длины записи.	

Значение параметра	Параметр	Единица	Описание	Среднее	Переменный сигнал
Добавить канал (AddCh)			Добавьте один канал. Максимальное количество каналов, используемых одновременно, равно 12.		
	IL1, IL2, IL3		Фазный ток	X	X
	Io		Измеренный ток замыкания на землю	X	X
	U12, U23, U31		Линейное напряжение	X	X
	UL1, UL2, UL3		Фазное напряжение	X	X
	Uo		Напряжение смещения нейтрали	X	X
	f		Частота	X	
	P, Q, S		Активная, реактивная, полная мощность	X	
	P.F.		Фактор мощности	X	
	CosPhi		cosφ	X	
	IoCalc		Сумма векторов Io = (IL1+IL2+IL3)/3	X	
	I1		Ток прямой последовательности	X	
	I2		Ток обратной последовательности	X	
	I2/I1		Относительный разбаланс тока	X	
	I2/In		Макс. ток обратной последовательности [x I <sub>N</sub> ]	X	
	U1		Напряжение прямой последовательности	X	
	U2		Напряжение обратной последовательности	X	
	U2/U1		Относительное напряжение обратной последовательности	X	
	IL		Среднее (IL1 + IL2 + IL3) / 3	X	
	Uphase		Среднее фазное напряжение	X	
	Uline		Средние линейное напряжения	X	
	DI		Дискретные входы: DI1–20, F1, F2, BIOin, VI1-4,	X	X
	DI_2		Дискретные входы: DI21–40	X	X
	DI_3		Виртуальные входы: VI5–20, A1–A5, VO1–VO6	X	X
	DO		Дискретные выходы: T1–15	X	X
	DO_2		Остальные выходы	X	X
	DO_3		Виртуальные выходы, VO7–VO20	X	X
	TanPhi		tanφ	X	
	THDIL1, THDIL2, THDIL3		Полные гармонические искажения IL1, IL2 или IL3	X	
	THDUa, THDUb, THDUc		Полное гармоническое искажение Ua, Ub или Uc	X	
	Qrms		Реактивная мощность rms значение	X	
	Srms		Полная мощность rms значение	X	
	fy		Частота за выключателем	X	
fz		Частота после 2-о выключателя	X		
U12y		напряжение за выключателем	X	X	

Значение параметра	Параметр	Единица	Описание	Среднее	Переменный сигнал
	U12z		Напряжение за вторым выключателем	X	X
	IL1RMS, IL2MRS, IL3RMS		IL1, IL2, IL3 RMS для средней выборки	X	
	Пуски		Сигналы пуска ступени защиты	X	X
	Срабатывания		Сигналы срабатывания ступени защиты	X	X
ClrCh	-, Очистить		Удалить все каналы		

Set = Редактируемый параметр (необходим пароль)

\*) Это значение основной частоты одного цикла, обновляемое каждые 10 мс.

\*\*) Это значение основной частоты одного цикла, обновляемое каждый 20 мс.

**Примечание** Выбор сигналов зависит от типа реле, используемого напряжения и режима масштабирования.

## Характеристики

**Таблица 6.4: Осциллограф**

Режим записи	Насыщенность / переполнение
Частота выборки -Запись переменного сигнала - Запись кривой тренда	32/период, 16/период, 8/период 10, 20, 200 мс 1, 5, 10, 15, 30 с 1 минута
Время записи (одна запись)	0.1 s–12 000 мин (согласно настройке осциллографа)
До начала записи	0–100%
Количество выбранных каналов	0–12
Формат файла	Стандарт IEEE C37.111-1999

Время записи и количество записей зависят от уставки времени и количества выбранных каналов.

## 6.3 Пуск холодной нагрузки и бросок тока намагничивания

### Пуск холодной нагрузки

Ситуация рассматривается как холодная нагрузка, когда все три фазных тока были ниже заданного значения холостого хода, а затем хотя бы один из токов превышает заданный уставку пуска защиты в течении интервала времени в 80 мс. В таком случае активируется сигнал обнаружения холодной нагрузки на время, установленное как **Максимальное время** или до тех пор, пока измеренный сигнал не станет ниже уставки защиты, установленной как **Ток срабатывания**. Этот сигнал доступен для матрицы выводов и матрицы блокирования. Возможно использование виртуальных выходов матрицы выводов для управления выбором группы настроек.

### Применение сигнала обнаружения холодной нагрузки

Сразу после включения выключателя возникает перегрузка, длительность которой допускается в течении заданного ограниченного времени, чтобы учесть регулируемые с помощью термореле параллельно работающие нагрузки. Функция пуска холодной нагрузки делает это, например, путем выбора более грубой группы настроек для ступени защиты по току. Можно также использовать сигнал обнаружения пуска холодной нагрузки для блокировки на определенное время любой ступени защиты.

### Обнаружение броска тока намагничивания

Обнаружение броска тока намагничивания очень похоже на обнаружение холодной нагрузки, но, кроме того, включает условие содержания второй гармоники токов. Когда все фазные токи были ниже заданного значения холостого хода, а затем по крайней мере один из них превышает заданный пусковой уровень в течение 80 мс, и соотношение 2-й гармоники к основной частоте,  $I_{f2}/I_{f1}$ , как минимум одной фазы превышает уставку, активируется сигнал обнаружения броска тока. Этот сигнал доступен для матрицы выводов и матрицы блокирования. Используя виртуальные выходы матрицы выводов возможно управление группой уставок.

При установке нулевого значения уставки пуска 2-й гармоники для  $I_{f2}/I_{f1}$  сигнал броска тока ведет себя также, как и сигнал пуска холодной нагрузки.

### Применение сигнала обнаружения броска тока намагничивания

Пусковой ток трансформаторов обычно превышает уставку пуска ступени максимальной токовой защиты и содержит множество

четных гармоник. Сразу после включения выключателя можно избежать пуска и срабатывания ступени максимальной токовой защиты, выбрав более грубую группу настроек для соответствующей ступени токовой защиты с помощью сигнала обнаружения броска тока. Можно также использовать сигнал обнаружения броска тока для блокировки любого набора ступеней защиты в течение заданного времени.

**Примечание** Обнаружение броска тока основано на вычислении базисных функций (спектральных составляющих) тока, что требует полного цикла данных для анализа содержания гармонических составляющих. Поэтому при использовании функции блокирования броска тока, используются условия пуска функции холодной нагрузки для активизации блокировки броска тока, когда замечается возрастание тока. Если в сигнале после первого цикла обнаружен значительная доля компонентов второй гармоники, блокировка продолжается. В противном случае сигнал блокировки на основе второй гармоники будет сброшен. Рекомендуется использовать блокировку броска тока в ступенях токовой защиты с задержкой срабатывания, в то время как уставка незаблокированной ступени токовой отсечки установлена на 20% выше ожидаемого пускового тока. Эта схема обеспечивает быстробистродействие токовых защит при коротком замыкании во время включения питания, в то время как ступени с задержкой времени заблокированы функцией броска тока.

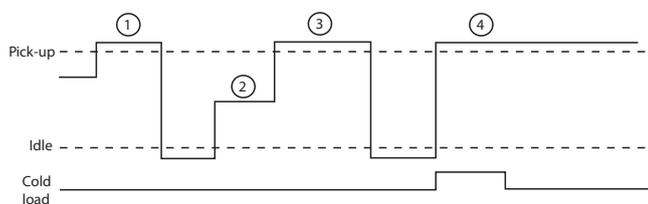


Рисунок 6.1: Функционирование холодной нагрузки / броска тока намагничивания.

1. Никакой активизации из-за того, что ток не превысил заданный  $I_{DLE}$  ток.
2. Ток упал ниже  $I_{DLE}$  уровня тока, но теперь он остается между током  $I_{DLE}$  и уровнем тока пуска защиты более 80 мс.
3. Нет активации, потому что вторая фаза процесса длилась дольше 80мс.
4. Теперь активируется функция холодной нагрузки, которая длится до тех пор, пока продолжается время задержки срабатывания или пока ток остается выше уставки пуска защиты.

## Характеристики

**Таблица 6.5: Обнаружение бросков тока намагничивания**

Уставки холодной нагрузки:	
- Ток холостого хода	$0.01 - 0.50 \times I_N$
- Пусковой ток	$0.30 - 10.00 \times I_N$
- Максимальное время	$0,01^{**} - 300,00$ с (шаг 0,01 с)
Уставки броска тока:	
- Пуск для 2-й гармоники	0 – 99 %

\*\* ) Это мгновенное время, то есть минимальное общее время работы, включая время обнаружения неисправности и время срабатывания контактов отключения.

## 6.4 Внутренние часы и синхронизация

### Описание

Внутренние часы реле используются для меток времени событий и записи осциллограм.

Внутренние часы должны быть синхронизированы внешним сигналом синхронизации, чтобы получить сопоставимые метки времени события для всех реле в системе.

Синхронизация основана на различии внутреннего времени и синхронизирующего сообщения или импульса. Это отклонение фильтруется и внутреннее время постепенно корректируется, чтобы обеспечить нулевое отклонению.

### Смещение часового пояса

Для регулировки местного времени в реле может быть предусмотрено смещение (или сдвиг) часового пояса. Смещение может быть установлено как положительное (+) или отрицательное (-) в диапазоне от -15.00 до +15.00 часов и с разрешением 0,01 / ч. Обычно достаточно разрешения в четверть часа.

### Время экономии для летнего времени (DST)

При настройке реле обеспечивает автоматическую регулировку дневного света. Регулировку летнего времени (летнее время) можно настроить отдельно в дополнение к смещению часового пояса.

System Clock	
Date	2017-08-29
Day of week	Tuesday
Time of day	15:04:04
Date style	y-m-d
Time zone	0.00 h
Enable DST	Off
Event enabling	On
Status of DST	
Status of DST	inactive
Next DST changes	
Next DSTbegin date	2018-03-25
DSTbegin hour	03:00
Next DSTend date	2017-10-29
DSTend hour (DST)	04:00

Стандарты дневного времени широко варьируются по всему миру. Традиционное дневное/летнее время конфигурируется как положительный сдвиг на один (1) час. Новый стандарт DST США/Канады, принятый весной 2007 года следующий: положительный сдвиг на один (1) час, начиная с 2:00 на второе воскресенье в марте, и заканчивающееся в 2:00am на первое

воскресенье ноября. В Европейском Союзе времена изменения дневного времени определяются относительно времени UTC дня вместо локального времени дня (как в США). Европейским заказчикам следует тщательно искать правила конкретных стран для DSTи.

Правила летнего времени по умолчанию: UTC +2: 00 (24-часовой режим):

- Начало времени экономии при дневном свете: последнее воскресенье марта в 03.00

- Конец времени экономии при дневном свете: последнее воскресенье октября в 04.00

The screenshot shows a configuration interface for DST rules. It is divided into two sections: 'DSTbegin rule' and 'DSTend rule'.  
 In the 'DSTbegin rule' section:  
 - 'DSTbegin month' is set to 'Mar'.  
 - 'Ordinal of day of week' is set to 'Last'.  
 - 'Day of week' is set to 'Sunday'.  
 - 'DSTbegin hour' is set to '3'.  
 In the 'DSTend rule' section:  
 - 'DSTend month' is set to 'Oct'.  
 - 'Ordinal of day of week' is set to 'Last'.  
 - 'Day of week' is set to 'Sunday'.  
 - 'DSTend hour (DST)' is set to '4'.

Чтобы обеспечить надлежащую круглогодичную работу без вмешательства, автоматические регулировки времени дневного света должны конфигурироваться с помощью “Enable DST”, а не опции смещения часового пояса.

### Адаптация функции автоматической настройки

В течение десятков часов синхронизации реле узнает свое среднее отклонение и начинает самостоятельно делать небольшие исправления. Цель состоит в том, чтобы при приеме следующего сообщения синхронизации отклонение уже было около нуля. Параметры «AAIntv» и «AvDrft» показывают отрегулированный интервал времени  $\pm 1$  мс коррекции этой функции автоматической настройки .

### Коррекция временного дрейфа времени без внешней синхронизации

Если никакой внешний источник синхронизации не доступен а внутренние часы имеют известный постепенный дрейф, можно грубо корректировать отклонение часов путем редактирования параметров "AAIntv" и "AvDrft". Нижеследующее уравнение можно использовать, если предыдущее значение "AAIntv" было нулевым.

$$AAIntv = \frac{604.8}{DriftInOneWeek}$$

Если интервал автоматической регулировки "AAIntv" не был нулевым, но по-прежнему необходимо дальнейшая

корректировка, нижеследующее уравнение можно использовать для вычисления нового интервала автоматической регулировки.

$$AAIntv_{NEW} = \frac{1}{\frac{1}{AAIntv_{PREVIOUS}} + \frac{DriftInOneWeek}{604.8}}$$

Условие  $DriftInOneWeek/604.8$  может быть заменено относительным дрейфом, умноженным на 1000, если был использован какой-то другой период, не равный одной неделе. Например, если дрейф равен 37 секундам за 14 дней, относительный дрейф  $37 * 1000 / (14 * 24 * 3600) = 0,0306$  мс / с.

### Пример 1

Если не было никакой внешней синхронизации и часы реле уходят вперед на шестьдесят одну секунду в неделю а параметр  $AAIntv$  был нулевым, параметры устанавливаются как

$$AvDrft = Lead$$

$$AAIntv = \frac{604.8}{61} = 9.9s$$

С этими значениями параметров внутренние часы самостоятельно корректируются на -1 мс каждые 9,9 секунды, что равно -61.091 с / неделю.

### Пример 2

Если не было никакой внешней синхронизации и часы реле отстали на пять секунд за девять дней и  $AAIntv$  составлял 9,9 с, на опережение, тогда параметры установлены как

$$AAIntv_{NEW} = \frac{1}{\frac{1}{9.9} - \frac{5000}{9 \cdot 24 \cdot 3600}} = 10.6$$

$$AvDrft = Lead$$

Когда внутреннее время грубо корректируется, отклонение составляет менее четырех секунд - никакая синхронизация или автоматическая регулировка не вернут часы назад. Вместо этого, если часы спешат, они мягко замедляются для поддержания причинности.

**Таблица 6.6: Параметры внутренних часов**

Значение параметра	Параметр	Единица	Описание	Примечание
Дата			Текущий день	Set
Время			Текущее время	Set

Значение параметра	Параметр	Единица	Описание	Примечание
Стиль			Формат даты	Set
	г-д-м		Год-Месяц-День	
	д.м.г		День.Месяц.Год	
	м/д/г		Месяц/День/Год	
SyncDI	Возможные значения зависят от типов плат ввода/вывода		Дискр. вход используется для синхронизации часов.	***)
	-		Дискр. вход не используется для синхронизации	
	DI1 – DI6		минутный импульсный вход	
TZone	-15,00 – +15,00 *)		Часовой пояс UTC для синхронизации SNTP. Примечание: Это десятичное число. Например, для штата Непал часовой пояс 5:45 указывается как 5,75	Set
DST	Нет; Да		Переход на летнее время для SNTP	Set
SySrc			Источник синхронизации часов	
	Внутренний		Никакой синхронизации, выявленной с момента 200 мс	
	DI		Дискретный вход	
	SNTP		Протокол синхронизации	
	SpaBus		Протокол синхронизации	
	ModBus		Протокол синхронизации	
	ModBus TCP		Протокол синхронизации	
	IEC101		Протокол синхронизации	
	IEC103		Протокол синхронизации	
DNP3		Протокол синхронизации		
MsgCnt	0 – 65535, 0 – и т.п.		Количество принятых сообщений синхронизации или импульсов	
Dev	±32767	мс	Последнее отклонение времени между внутренними часами и принятой синхронизацией	
SyOS	±10000.000	с	коррекция синхронизации для любого постоянного отклонения в источнике синхронизации	Set
AAIntv	±1000	с	Адаптированный интервал автоматической настройки для коррекции 1 мс	Set**)
AvDrft	Опережение; Отставание		Адаптированный средний знак дрейфа часов	Set**)
FilDev	±125	мс	Отфильтрованное отклонение синхронизации	

Set = редактируемый параметр (требуется пароль).

\*) Диапазон -11 ч – +12 ч охватывал бы всю Землю, но поскольку международная линия смены дат не следует по меридиану 180°, необходим более широкий диапазон.

\*\* )Если используется внешняя синхронизация, этот параметр устанавливается автоматически.

\*\*\*) Установите задержку сигнала дискретного ввода на минимум и полярность таким образом, чтобы передний фронт был синхронизирующим фронтом.

### Синхронизация от сигнала дискретного входа

Часы могут быть синхронизированы путем чтения минутных импульсов с дискретных входов, виртуальных входов или виртуальных выходов. Источник синхронизации выбирается с помощью **SyncDI** уставки. При обнаружении переднего фронта импульса синхронизации на выбранном входе, часы системы корректируются до ближайшей минуты. Длина импульса дискретного входа должна быть как минимум 50 мс. Задержка выбранного дискретного сигнала должна быть установлена в нуль.

### Коррекция синхронизации

Если источник синхронизации имеет известную задержку смещения, она может быть скомпенсирована с помощью **SyOS** уставки. Это полезно для компенсации аппаратных задержек или задержек передачи протоколов связи. Положительное значение компенсирует задержку внешней синхронизации и задержки связи. Отрицательное значение компенсирует любое опережающее смещение внешнего источника синхронизации.

### Источник синхронизации

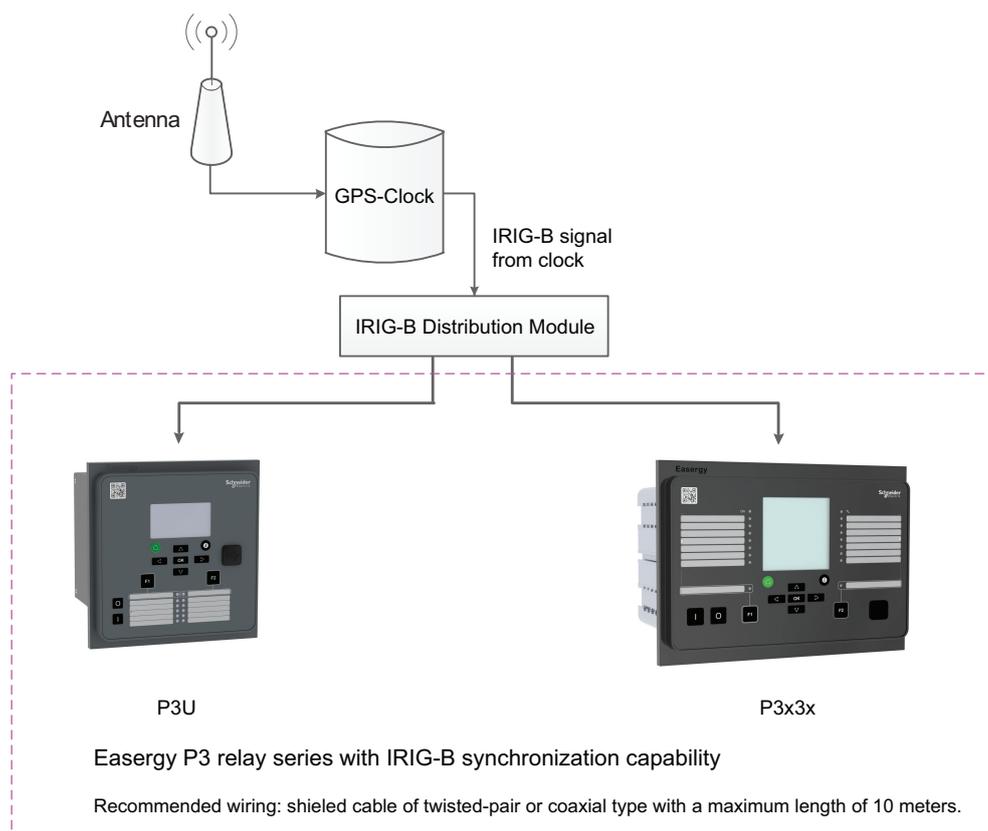
Когда устройство получает новое сообщение синхронизации, дисплей источника синхронизации обновляется. Если новые сообщения синхронизации не получены в течение следующих 1.5 минут, устройство будет корректироваться в режиме внутренней синхронизации.

### Источник синхронизации:IRIG-B

IRIG стандартные форматы времени B003 и B004 поддерживаются специальной опцией связи (См. Глава 12 Код заказа).

IRIG-B уровень входного тактового сигнала - TLL. Входной тактовый сигнал, возникший в приемнике GPS, должен раздаваться на несколько реле через модуль распределения IRIG-B. Этот модуль действует как централизованный блок для одноточечного соединения точка-точка.

**Примечание** Следует избегать подключения шлейфом сигнальных входов IRIG-B в нескольких реле.



Рекомендуемые проводные связи: должен быть экранированный коаксиальный кабель или витая пара длиной до 10 метров.

### Отклонение

Отклонение времени означает, насколько сильно время тактирования системы отличается от источника синхронизации. Отклонение времени вычисляется после получения нового сообщения синхронизации. Отфильтрованное отклонение означает, насколько сильно часы системы были отрегулированы. Фильтрация следит за малым отклонением в сообщениях синхронизации.

### Автоматическое отставание/опережение

Синхронизация реле от источника синхронизации означает запуск автоматического опережения или отставания, для того чтобы добиться точной синхронизации с источником синхронизации. Процесс изучения занимает несколько дней.

## 6.5 Провалы и скачки напряжения

### Описание

Качество электроэнергии электрических сетей становится все более важным. Ответственная нагрузка (например, компьютеры) требует бесперебойной подачи «чистого» электричества. Защита Easergy Sepam P3 обеспечивает множество функций качества электроэнергии, которые могут использоваться для оценки, контроля и аварийной сигнализации качества электроэнергии. Одной из важнейших функций качества электроэнергии является контроль провалов и скачков напряжения.

Easergy Sepam P3 предоставляет отдельные журналы мониторинга провалов и скачков напряжения. Регистратор напряжения запускается, если на любом из входов напряжение либо опускается ниже значения ( $U<$ ) либо увеличивается выше верхнего предела ( $U>$ ). В журнале неисправности есть четыре регистра для провалов и скачков. Каждый регистр содержит время начала, информацию о фазе, длительность, минимальные, средние и максимальные значения напряжения каждого события провалов и скачков напряжения. Кроме того, имеются счётчики общего числа провалов и бросков напряжения, а также итоговые таймеры для провалов и бросков напряжения. Функции качества питания по напряжению расположены в подподменю “U”.

**Таблица 6.7: Параметры настройки контроля провалов и скачков напряжения**

Значение параметра	Параметр	Единица	По умолчанию	Описание
U>	20 – 150	%	110	Уставки значение предела скачков
U<	10 – 120	%	90	Уставки значение предела провалов
Задержка	0,04 – 1,00	с	0.06	Задержка для определения провалов и скачков
SagOn	Вкл; Откл	-	Вкл	Провал событие вкл
SagOff	Вкл; Откл	-	Вкл	Провал событие выкл
SwelOn	Вкл; Откл	-	Вкл	Скачок событие вкл
SwelOf	Вкл; Откл	-	Вкл	Скачок событие выкл

**Таблица 6.8: Зарегистрированные значения контроля провалов и бросков**

	Значение параметра	Параметр	Единица	Описание
Записанные значения	Счеичик		-	Накопительный счетчик провалов
	Total		-	Накопительный счетчик времени провалов
	Счеичик		-	Накопительный счетчик скачков
	Total		-	Накопительный счетчик времени скачков
Журналы провалов/бросков 1 – 4	Дата		-	Дата для Провала/Скачка
	Время		-	Метка времени Провала/Скачка
	тип		-	Входы напряжения, которые имели Провал/Скачок
	Время		с	Продолжительность Провала/Скачка
	Min1		% Un	Минимальное значение напряжения во время Провала/Скачка на входе 1
	Min2		% Un	Минимальное значение напряжения во время Провала/Скачка на входе 2
	Min3		% Un	Минимальное значение напряжения во время Провала/Скачка на входе 3
	Ave1		% Un	Среднее значение напряжения во время Провала/Скачка на входе 1
	Ave2		% Un	Среднее значение напряжения во время Провала/Скачка на входе 2
	Ave3		% Un	Среднее значение напряжения во время Провала/Скачка на входе 3
	Max1		% Un	Максимальное значение напряжения во время Провала/Скачка на входе 1
	Max2		% Un	Максимальное значение напряжения во время Провала/Скачка на входе 2
Max3		% Un	Максимальное значение напряжения во время Провала/Скачка на входе 3	

## Характеристики

**Таблица 6.9: Напряжение Провал & Скачок**

Напряжение Провал предел	10 – 120 %U <sub>N</sub> (шаг 1%)
Лимит напряжения при скачке	20 – 150 %U <sub>N</sub> (шаг 1%)
Независимое время задержки: - время срабатывания	DT 0.08 – 1.00 s (шаг 0.02 s)
Блокировка от низкого напряжения	0 – 50 %
Время сброса	< 60 мс
Сброс соотношении: - Провал - Скачок	>1,03 <0,97
Предел блокировки	0,5 В или 1.03 (3 %)
Погрешность: - Активация - Активация (блок предел) - время срабатывания при независимом времени задержки	±0.5 V или 3% от установленного значения ±5% от значения настройки ±1% от ±30 мс

Если одно из линейных напряжений находится ниже предела провала и выше предела блокировки, но другое линейное напряжение падает ниже предела блокировки, блокировка отключается.

## 6.6 Перерывы напряжения

### Описание

Реле включает в себя простую функцию для обнаружения перерывов напряжения. Функция вычисляет количество перерывов напряжения и общее время отключения напряжения в течение данного календарного периода. Период основан на часах реального времени реле. Доступные периоды:

- 8 часов, 00:00 – 08:00, 08:00 – 16:00, 16:00 – 24:00
- один день, 00:00 – 24:00
- одна неделя, понедельник 00:00 - воскресенье
- один месяц, первый день 00:00 - последний день 24:00
- один год, 1 января 00:00 - 31 декабря 24:00

После каждого периода количество перерывов и общее время перерывов напряжения сохраняются как предыдущие значения. Счетчик перерывов и общее время стираются для нового периода. Предыдущие значения перезаписываются.

Фиксация перерыва напряжения основывается на значении напряжения прямой последовательности  $U_1$  и заданном пользователем значении предела. Всякий раз, когда измеряемое  $U_1$  падает ниже предела, счетчик прерываний увеличивается, и начинает увеличиваться счетчик общего времени.

Самое короткое распознаваемое время перерыва напряжения составляет 40 мс. Если время перерыва напряжения короче, оно может распознаваться в зависимости от относительной глубины снижения напряжения.

Если напряжение было значительно выше предела  $U_1 <$  а затем возникает маленький и короткий отрицательный скачок, он не распознается (Рисунок 6.2).

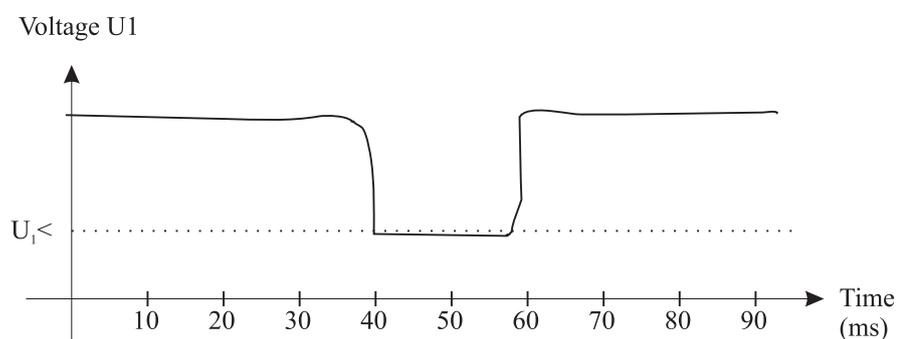


Рисунок 6.2: Кратковременный перерыв напряжения, который, вероятно, не распознается

С другой стороны, если предел  $U_1 <$  высокий, а напряжение находится вблизи этого предела, а затем происходит короткий, но очень глубокий провал, он не распознается (Рисунок 6.3).

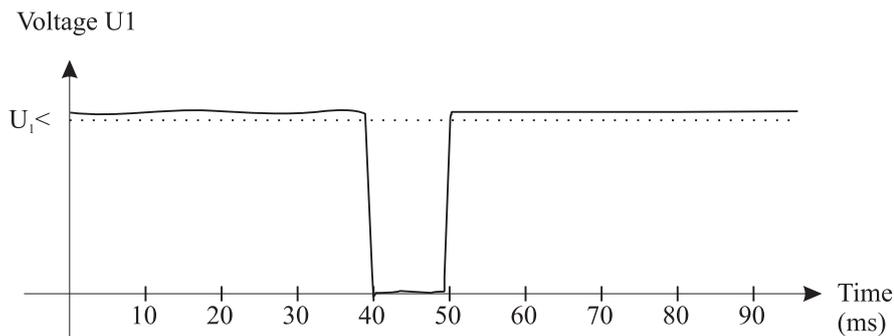


Рисунок 6.3: Кратковременный перерыв напряжения, который будет распознан

Таблица 6.10: Параметры настройки функции измерения перерывов напряжения

Значение параметра	Параметр	Единица	По умолчанию	Описание
$U_{1<}$	10,0 – 120,0	%	64	Уставки значение
Период	8час День Неделя Месяц	-	Месяц	Продолжительность периода наблюдения
Дата		-	-	Дата
Время		-	-	Время

Таблица 6.11: Измеренные и записанные значения функции измерения перерывов напряжения

	Значение параметра	Параметр	Единица	Описание
Измеренное значение	Напряжение	НИЗКО; ОК	-	Состояние текущего напряжения
	$U_1$		%	Измеренное напряжение прямой последовательности
Записанные значения	Счечик		-	Количество перерывов напряжения в течение текущего периода наблюдения
	Пред		-	Количество провалов напряжения в течение предыдущего периода наблюдения
	Total		с	Общее (суммарное) время перерывов напряжения в течение текущего периода наблюдения
	Пред		с	Общее (суммарное) время перерывов напряжения в течение предыдущего периода наблюдения

## Характеристики

**Таблица 6.12: Перерывы напряжения**

Нижний предел напряжения ( $U_1$ )	10 – 120 % $U_N$ (шаг 1%)
Независимое время задержки: - время срабатывания	DT <60 ms (Фиксировано)
Время сброса	< 60 мс
Коэффициент возврата	>1,03
Погрешность: - Активация	3% от установленного значения

## 6.7 Контроль трансформатора тока (ANSI 60)

### Описание

Реле контролирует трансформаторы тока (ТТ) и внешнюю проводку между клеммами реле и ТТ. Это также функция безопасности, поскольку не замкнутая вторичная обмотка КТ вызывает опасные перенапряжения.

Функция контроля ТТ измеряет фазные токи. Если один из трех фазных токов опускается ниже  $I_{MIN}<$  в то время как другой фазовый ток превышает  $I_{MAX}>$ , функция выдает сигнал неисправности ТТ после истечения задержки срабатывания.

**Таблица 6.13: Параметры настройки контроля ТТ**

Значение параметра	Параметр	Единица	По умолчанию	Описание
$I_{max}>$	0,0 – 10,0	xIn	2,0	Верхний предел для контроля тока ТТ, масштабированного до первичного значения, рассчитанного в реле
$I_{min}<$	0,0 – 10,0	xIn	0,2	Нижний предел для контроля тока ТТ, масштабированного до первичного значения, рассчитанного в реле
$t>$	0,02 – 600,0	с	0,10	Задержка срабатывания
CT on	Вкл; Откл	-	Вкл	событие: Контроль ТТ вкл
CT off	Вкл; Откл	-	Вкл	событие: Контроль ТТ событие выкл

**Таблица 6.14: Измеренные и записанные значения ТТ**

	Значение параметра	Параметр	Единица	Описание
Измеренное значение	$I_{Lmax}$		A	Максимальный фазный ток
	$I_{Lmin}$		A	минимум фазных токов
Дисплей	$I_{max}>$ , $I_{min}<$		A	Уставки в первичных величинах
Записанные значения	Дата		-	Дата аварийного сигнала контроля ТТ
	Время		-	Время аварийного сигнала контроля ТТ
	$I_{max}$		A	Максимальный фазный ток
	$I_{min}$		A	Минимальный фазный ток

## Характеристики

**Таблица 6.15: Контроль трансформатора тока**

$I_{\text{Макс.}} >$ Уставки	0.00 – 10.00 x $I_N$ (шаг 0.01)
$I_{\text{min}} <$ Уставки	0.00 – 10.00 x $I_N$ (шаг 0.01)
Независимое время задержки: - время срабатывания	DT 0.04 – 600.00 s (шаг 0.02 s)
Время сброса	< 60 мс
Коэффициент возврата $I_{\text{MAX}} >$	0,97
Коэффициент возврата $I_{\text{MIN}} <$	1,03
Погрешность: - Активация	±3% от уставки
- время срабатывания при независимом времени задержки	±1% от ±30 мс

## 6.8 Контроль трансформатора напряжения (ANSI 60FL)

### Описание

Реле контролирует трансформаторы напряжения (ТН) и связи ТН между клеммами реле и ТН. Если в цепи трансформатора напряжения имеется предохранитель, перегоревший предохранитель исключает или искажает измерение напряжения. Поэтому необходимо сформировать сигнал неисправности ТН. Кроме того, в некоторых приложениях функции защиты с использованием сигналов напряжения должны блокироваться, чтобы избежать ложного срабатывания.

Функция контроля ТН измеряет три линейных напряжения и токи. Напряжение обратной последовательности  $U_2$  и ток обратной последовательности  $I_2$  рассчитываются. Если  $U_2$  превышает уставку  $U_2>$  и одновременно,  $I_2$  меньше, чем уставка  $I_2<$ , функция выдает сигнал неисправности ТН после истечения времени срабатывания.

**Таблица 6.16: Настройка параметров контроля ТН**

Значение параметра	Параметр	Единица	По умолчанию	Описание
$U_2>$	0,0 – 200,0	% $U_n$	34.6	Верхний предел для контроля ТН
$I_2<$	0,0 – 200,0	% $I_n$	100.0	Нижний предел для контроля ТН
$t>$	0,02 – 600,0	с	0,10	Задержка срабатывания
ТН вкл	Вкл; Откл	-	Вкл	событие: Контроль ТН вкл
ТН выкл	Вкл; Откл	-	Вкл	событие: Контроль ТН выкл

**Таблица 6.17: Измеренные и зарегистрированные значения контроля ТН**

	Значение параметра	Параметр	Единица	Описание
Измеренное значение	$U_2$		% $U_N$	Измеренное напряжение обратной последовательности
	$I_2$		% $I_N$	Измеренный ток обратной последовательности
Записанные значения	Дата		-	Дата сигнала функции контроля ТН
	Время		-	Время сигнала функции контроля ТН
	$U_2$		% $U_N$	Записанное напряжение обратной последовательности
	$I_2$		% $I_N$	Записанный ток обратной последовательности

## Характеристики

**Таблица 6.18: Контроль трансформатора напряжения**

$U_2 >$ уставка	0.0 – 200.0 % (шаг 0.1%)
$I_2 <$ Уставки	0.0 – 200.0 % (шаг 0.1%)
Независимое время задержки: - время срабатывания	DT 0.04 – 600.00 (шаг 0.02s)
Время сброса	< 60 мс
Коэффициент возврата	3% пускового значения
Погрешность: - Активизация $U_2 >$ - Активизация $I_2 <$ - время срабатывания при независимом времени задержки	$\pm 1\%$ -единицы $\pm 1\%$ -единицы $\pm 1\%$ от $\pm 30$ мс

## 6.9 Контроль состояния выключателя

### Описание

Реле имеет функцию контроля состояния, которая контролирует износ автоматического выключателя. Контроль состояния может сигнализировать о необходимости технического обслуживания выключателя до того, как состояние выключателя станет критическим.

Функция контроля состояния выключателя измеряет ток отключения каждого полюса отдельно, а затем оценивает износ в соответствии с допустимой диаграммой цикла. Ток отключения регистрируется, когда активировано реле отключения, управляемое защитой от отказа выключателя (УРОВ). (См.Глава 5.15 УРОВ 1 (ANSI 50BF))

### Кривая автоматического выключателя и ее аппроксимация

График допустимых циклов обычно приводится в документации производителя выключателя (Рисунок 6.4). На графике указано допустимое количество циклов для каждого уровня тока отключения. На основании этого графика задаются параметры функции контроля состояния с максимум восемь [тока, циклов] точками. См. Таблица 6.19. Если требуется менее восьми точек, неиспользованные точки устанавливаются в  $[I_{BIG}, 1]$ , где  $I_{BIG}$  больше, чем максимальная отключающая способность.

Если характеристики износа выключателя или их частей являются прямой линией на графике  $\log / \log$ , двух конечных точек достаточно, чтобы определить эту часть характеристик. Это связано с тем, что реле использует логарифмическую интерполяцию для любых текущих значений, находящихся между данными текущими точками 2-8.

Точки 4-8 не нужны для выключателя в Рисунок 6.4. Таким образом, они установлены в 100 кА, и одно срабатывание в таблице отбрасывается алгоритмом.

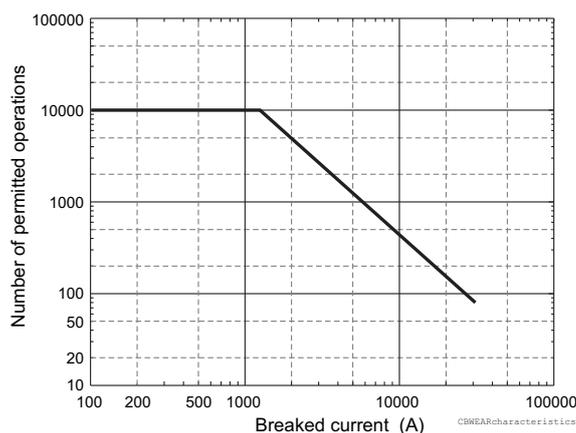


Рисунок 6.4: Пример графика износа выключателя.

Таблица 6.19: Пример характеристик износа выключателя.

Точка	Ток отключения (кА)	Количество разрешенных операций
1	0 (механические циклы)	10000
2	1.25 (номинальный ток)	10000
3	31.0 (максимальный ток отключения)	80
4	100	1
5	100	1
6	100	1
7	100	1
8	100	1

Значения взяты из рисунка выше. Таблица отредактирована с помощью Easergy Pro в меню "КРИВАЯ ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ".

### Настройка точек сигнализации износа

Доступны две точки аварийной сигнализации, каждая из которых имеет по два параметра настроек.

- Ток  
Первый аварийный сигнал может быть установлен, например, для номинального тока выключателя или любого типового тока применения. Второй аварийный сигнал может быть установлен, например, в соответствии с типичным током повреждения.
- Уставка "оставшееся число циклов работы выключателя"  
Аварийный сигнал активируется, когда оставшееся число циклов работы выключателя при данном уровне тока меньше заданной уставки.

Любой фактический ток отключения будет логарифмически взвешен для двух заданных уровней аварийного тока и соответственно уменьшается оставшееся число циклов работы выключателя. Когда число оставшихся циклов работы ниже заданной уставки, на матрицу выходов выдается

сигнал срабатывания. Кроме того, генерируется событие в зависимости от разрешения события.

### **Очистка счетчика «оставшееся число циклов работы выключателя»**

После того, как таблица кривых выключателя заполнена и определены допустимые уровни токов, функцию износа можно инициализировать, очистив показания счетчиков уменьшения параметром "Очистить" (Очистить оставшееся число циклов работы выключателя). После очистки реле показывает максимально допустимое количество циклов выключателя для заданных аварийных уровней тока .

### **Счетчики операций для контроля износа**

Оставшееся число циклов работы выключателя можно прочитать из счетчиков «Al1Ln» (Ав. сигнал 1) и «Al2Ln» (Ав.сигнал 2). Для обоих аварийных сигналов есть три значения, по одному для каждой фазы. Наименьшее значение контролируется двумя функциями сигнализации.

### **Логарифмическая интерполяция**

Допустимое число срабатываний для токов между определенными точками логарифмически интерполируется с использованием уравнения Уравнение 6.1.

Уравнение 6.1:

$$C = \frac{a}{I^n}$$

C = разрешенные операции

I = ток отключения

a = константа в соответствии с Уравнение 6.2

n = константа в соответствии с Уравнение 6.3

Уравнение 6.2:

Уравнение 6.3:

$$n = \frac{\ln \frac{C_k}{C_{k+1}}}{\ln \frac{I_{k+1}}{I_k}}$$

$$a = C_k I_k^2$$

ln = натуральный логарифм

C<sub>k</sub>, C<sub>k+1</sub> = разрешенных операций. k = строка 2 - 7 в Таблица 6.19.

$I_k, I_{k+1}$  = соответствующий ток.  $k$  = строка 2 - 7 в Таблице 6.19.

### Пример логарифмической интерполяции

Ток аварийной сигнализации 2 установлен на 6 кА. Максимальное количество срабатываний вычисляется следующим образом.

Ток 6 кА лежит между точками 2 и 3 в таблице. Это дает значение для индекса  $k$ . Используя

$$k = 2$$

$$C_k = 10000$$

$$C_{k+1} = 80$$

$$I_{k+1} = 31 \text{ кА}$$

$$I_k = 1,25 \text{ кА}$$

и Уравнение 6.2 и Уравнение 6.3, реле вычисляет

$$n = \frac{\ln \frac{10000}{80}}{\ln \frac{31000}{1250}} = 1.5038$$

$$a = 10000 \cdot 1250^{1.5038} = 454 \cdot 10^6$$

Используя Уравнение 6.1 реле получает количество разрешенных срабатываний для тока 6 кА.

$$C = \frac{454 \cdot 10^6}{6000^{1.5038}} = 945$$

Таким образом, максимальное число отключений при токе 6 кА составляет 945. Это можно проверить с помощью исходной кривой выключателя на Рисунок 6.4. Действительно, на рисунке показано, что при 6 кА количество отключений составляет от 900 до 1000. Полезной информацией в этом примере является значение уставки аварийной сигнализации оставшегося числа циклов работы выключателя (50), что составляет около пяти процентов от максимального.

### Пример счетчика обратного отсчета операций при отключении тока выключателем.

Alarm2 установлен на 6 кА. Защита УРОВ управляет выходным реле отключения Т1, и этим реле отключения Т1 управляет также сигнал срабатывания ступени перегрузки по току, выявляющее двухфазное короткое замыкание. Отключаемые фазы токи составляют 12,5 кА, 12,5 кА и 1,5 кА. На какой ток реагируют счетчики обратного отсчета Alarm2 ?

С помощью Уравнение 6.1 и значения "n" и "a" из предыдущего примера, реле получает количество разрешенных срабатываний при 10 кА.

$$C_{10kA} = \frac{454 \cdot 10^6}{12500^{1.5038}} = 313$$

При уставке аварийного тока 2,6 кА соответствующее количество срабатываний вычисляется согласно Уравнение 6.4.

Уравнение 6.4:

$$\Delta = \frac{C_{AlarmMax}}{C}$$

$$\Delta_{L1} = \Delta_{L2} = \frac{945}{313} = 3$$

Таким образом, счетчики Alarm2 для фаз L1 и L2 уменьшаются на 3. В фазе L1 ток меньше, чем уставка аварийного тока 6 кА. Для таких токов уменьшение равно единице.

$$\Delta_{L3} = 1$$

**Таблица 6.20: Параметры функции контроля состояния выключателя на дисплее передней панели**

Значение параметра	Параметр	Единица	Описание	Set
<b>CBWEAR СТАТУС</b>				
AI1L1			Операции, оставшиеся	
AI1L2			- Авар. сигнал 1, фаза L1	
AI1L3			- Авар. сигнал 1, фаза L2	
AI2L1			- Авар. сигнал 1, фаза L3	
AI2L2			- Авар. сигнал 1, фаза L1	
AI2L3			- Авар. сигнал 1, фаза L2	
			- Авар. сигнал 1, фаза L3	
<b>Последнее отключение</b>				
Дата время			Метка времени последней операции отключения	
IL1		A	Ток отключения для фазы L1	
IL2		A	Ток отключения для фазы L2	
IL3		A	Ток отключения для фазы L3	
<b>Параметры настройки функции состояния выключателя</b>				
Авар. сигнал 1				
Ток	0,00 – 100,00	кА	Авар. сигнал 1 уровень тока	Set
Циклы	100000 – 1		Авар. сигнал 1 предел для оставшихся операций	Set
Авар. сигнал 2				
Ток	0,00 – 100,00	кА	Авар. сигнал 2 уровень тока	Set
Циклы	100000 – 1		Авар. сигнал 2 предел для оставшегося числа циклов работы выключателя	Set
<b>Параметры настройки функции состояния выключателя, 2</b>				
AI1On	Вкл; откл		'Авар. сигнал 1 вкл' разрешение события	Set
AI1Off	Вкл; откл		'Авар. сигнал 1 выкл' разрешение события	Set
AI2On	Вкл; откл		'Авар. сигнал 2 вкл' разрешение события	Set
AI2Off	Вкл; откл		'Авар. сигнал 2 выкл' разрешение события	Set
Очистить	-; Очистка		Очистка счетчиков циклов	Set

Set = редактируемый параметр (требуется пароль).

Таблица кривых выключателя редактируется с помощью Easergy Pro.

## 6.10 Выходы импульсов энергии

### Описание

Реле может быть настроено на отправку импульсов всякий раз, когда определенное количество энергии было импортировано или экспортировано. Принцип представлен в Рисунок 6.5. Каждый раз, когда уровень энергии достигает размера импульса, активируется дискретный выход, и реле активно до тех пор, как оно определяется настройкой продолжительности импульса.

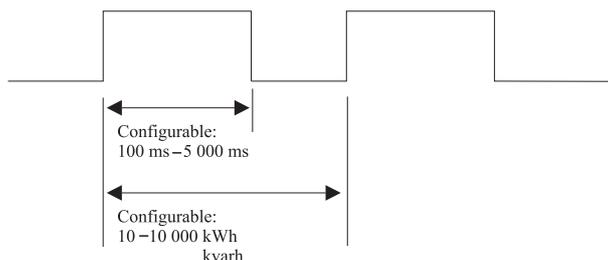


Рисунок 6.5: Принцип импульсов энергии

Реле имеет четыре выхода импульсов энергии. Выходные каналы:

- активная выдаваемая энергия
- реактивная выдаваемая энергия
- активная потребляемая энергия
- реактивная потребляемая энергия

Каждый канал может быть подключен к любой комбинации дискретных выходов с использованием матрицы выходов. Параметры для импульсов энергии можно найти в меню ЭНЕРГИЯ «Е» под подменю Е-РАЗМЕРЫ ИМПУЛЬСА и Е-ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ИМПУЛЬСА.

**Таблица 6.21: Параметры выхода импульса энергии**

	Значение параметра	Параметр	Единица	Описание
E-РАЗМЕР ИМПУЛЬСА	E+	10 – 10 000	кВтч	Размер импульса активной выдаваемой энергии
	Eq+	10 – 10 000	кварч	Размер импульса реактивной выдаваемой энергии
	E-	10 – 10 000	кВтч	Размер импульса активной потребляемой энергии
	Eq-	10 – 10 000	кварч	Размер импульса реактивной потребляемой энергии
E-ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ИМПУЛЬСА	E+	100 – 5000	мс	Длительность импульса активной выдаваемой энергии
	Eq+	100 – 5000	мс	Длительность импульса реактивной выдаваемой энергии
	E-	100 – 5000	мс	Длительность импульса активной потребляемой энергии
	Eq-	100 – 5000	мс	Длительность импульса реактивной потребляемой энергии

### Примеры масштабирования

1. Средняя активная выдаваемая мощность составляет 250 МВт.  
Пиковая активная выдаваемая мощность составляет 400 МВт.  
Размер импульса составляет 250 кВтч.  
Средняя частота импульсов составляет  $250 / 0,250 = 1000$  импульсов в час.  
Пиковая частота импульсов составляет  $400 / 0,250 = 1600$  импульсов в час.  
Задать длину импульса в  $3600/1600 - 0,2 = 2,0$  с или меньше.  
Срок службы эл.механического релейного выхода  $50 \times 10^6 / 1000 \text{ ч} = 6$  лет.  
Это не является практически осуществимым примером расчёта, если только срок службы выходного реле не принимается равным 6 годам.
2. Средняя активная выдаваемая мощность составляет 100 МВт.  
Пиковая активная выдаваемая мощность составляет 800 МВт.  
Размер импульса составляет 400 кВтч.  
Средняя частота импульсов составляет  $100 / 0,400 = 250$  импульсов в час.  
Пиковая частота импульсов составляет  $800 / 0,400 = 2000$  импульсов в час.  
Задать длину импульса в  $3600/2000 - 0,2 = 1,6$  с или меньше.  
Срок службы эл.механического релейного выхода  $50 \times 10^6 / 250 \text{ ч} = 23$  а.
3. Средняя активная выдаваемая мощность составляет 20 МВт.  
Пиковая активная выдаваемая мощность составляет 70 МВт.  
Размер импульса составляет 60 кВтч.  
Средняя частота импульсов составляет  $25 / 0,060 = 416,7$  импульсов в час.  
Пиковая частота импульсов составляет  $70 / 0,060 = 1166,7$  импульсов в час.  
Задать длину импульса в  $3600/1167 - 0,2 = 2,8$  с или меньше.  
Срок службы эл.механического релейного выхода  $50 \times 10^6 / 417 \text{ ч} = 14$  а.
4. Средняя активная выдаваемая мощность составляет 1900 кВт.  
Пиковая активная выдаваемая мощность составляет 50 МВт.  
Размер импульса составляет 10 кВтч.  
Средняя частота импульсов составляет  $1900/10 = 190$  импульсов в час.

Пиковая частота импульсов составляет  $50000/10 = 5000$  импульсов в час.

Задать длину импульса в  $3600/5000 - 0,2 = 0,5$  с или меньше.

Срок службы эл.механического релейного выхода  
 $50 \times 10^6 / 190 \text{ ч} = 30 \text{ а.}$

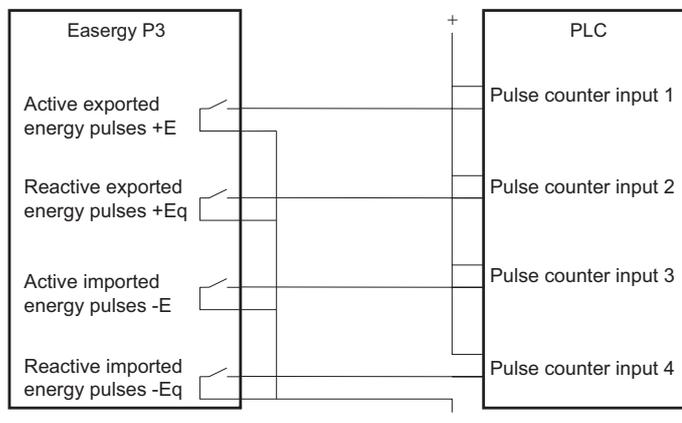


Рисунок 6.6: Пример подключения выходов импульсов энергии к PLC (программируемому логическому контроллеру), имеющему общий плюс и использующему внешнее питание.

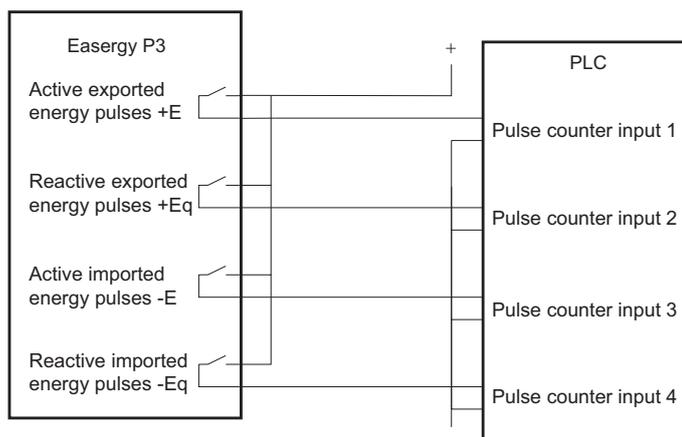
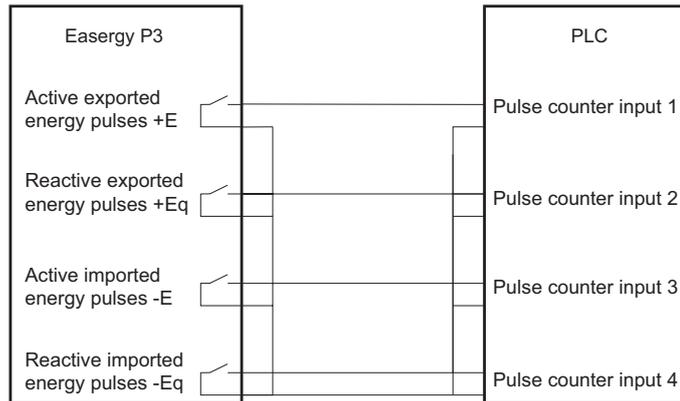


Рисунок 6.7: Пример подключения выходов импульсов энергии к PLC (программируемому логическому контроллеру), имеющему общий минус и использующему внешнее питание.



*Рисунок 6.8: Пример подключения выходов импульсов энергии к PLC (программируемому логическому контроллеру), имеющему общий минус и использующему внутреннее питание.*

## 6.11 Счетчик часов работы

### Описание

Счетчик часов работы обычно используется для контроля времени обслуживания двигателя или соответствующего фидера. Эта функция вычисляет общее время активации выбранного дискретного входа, функциональной кнопки I/O, сигнала GOOSE, сигнала РОС или сигнала матрицы выходов. Разрешение составляет десять секунд.

**Таблица 6.22: Параметры счетчика часов работы**

Значение параметра	Параметр	Единица	Описание	Примечание
Runh	0 – 876000	h	Общее время работы, часы Примечание. Текст метки «Runh» можно редактировать с помощью Easergy Pro.	(Set)
Runs	0 – 3599	с	Общее время работы, секунды	(Set)
Пуски	0 – 65535		Активация счетчика	(Set)
Status	Стоп Работа		Текущее состояние выбранного дискретного сигнала	
DI	- DI1 – DI <sub>n</sub> , VI1 – VI <sub>n</sub> , LedA, LedB, LedC, LedD, LedE, LedF, LedG, LedDR, VO1 – VO6		Выберите контролируемый сигнал Никакой Физические входы Виртуальные входы Матрица выходов сигнал LA Матрица выходов сигнал LB Матрица выходов сигнал LC Матрица выходов сигнал LD Матрица выходов сигнал LE Матрица выходов сигнал LF Матрица выходов сигнал LG Матрица выходов сигнал DR Виртуальные выходы	Set
Началось в			Дата и время последней активации	
Остановлено в			Дата и время последнего активация	

Set = редактируемый параметр (требуется пароль).

(Set) = Информативное значение, которое можно редактировать.

## 6.12 Таймеры

### Описание

Защита Easergy Sepam P3 включает в себя четыре настраиваемых таймера, которые могут использоваться вместе с программируемой логикой пользователя или для управления группами уставок и другими приложениями, для которых требуются действия, основанные на календарном времени. Каждый таймер имеет свои собственные настройки. Выбирается выбранное время включения и выключения, после чего активация таймера может быть установлена как ежедневная или в соответствии с днем недели (см. Параметры настройки для более детальной информации). Выходы таймера доступны для логических функций и для матриц блокирования и выходов.

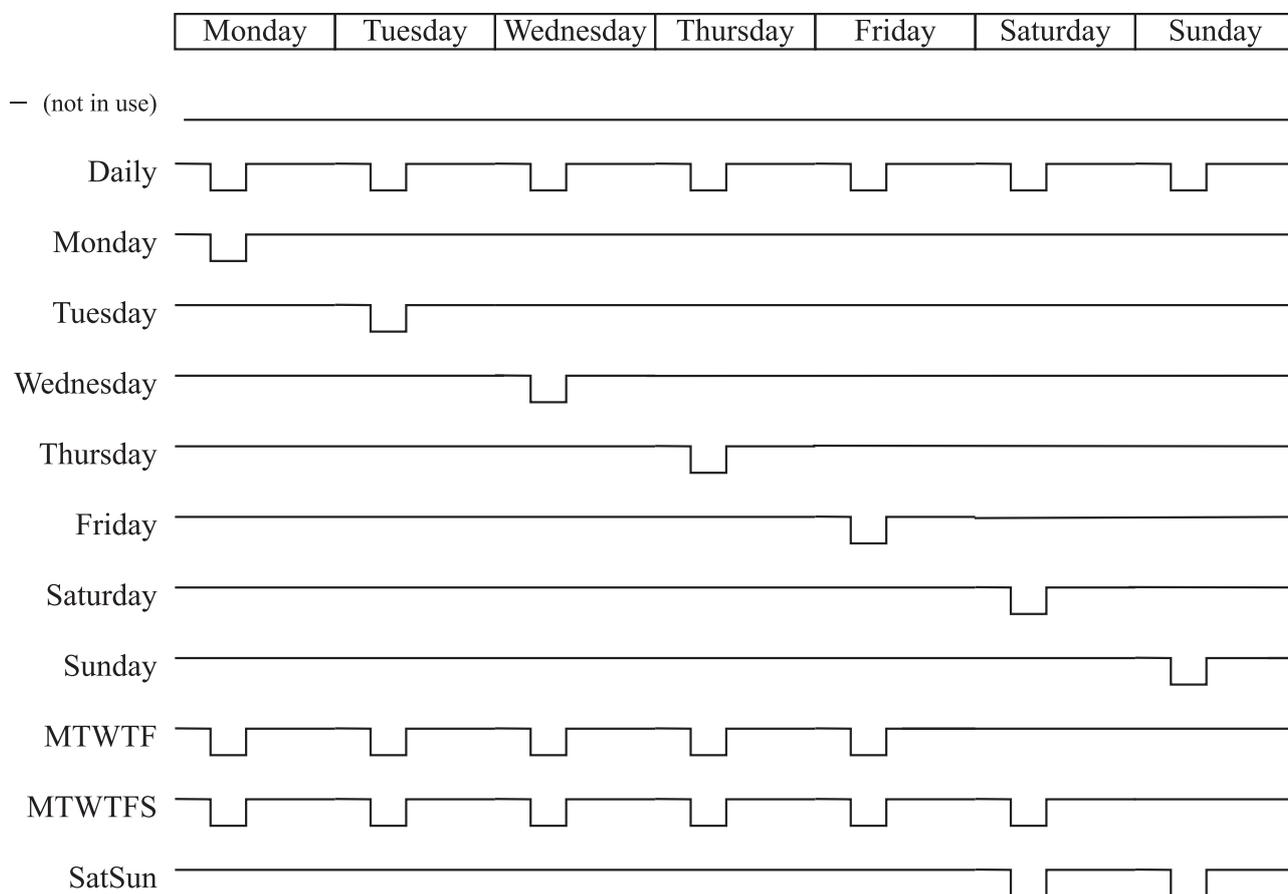


Рисунок 6.9: Выходная последовательность таймера в разных режимах

Вы можете принудительно включить или выключить любой таймер, который используется. Принудительное воздействие выполняется путем записи нового значения статуса. Установка флажка принудительного воздействия не требуется, например, при принудительном воздействии на выходные реле..

Принудительное время действительно до следующего принудительного воздействия или до следующего инвертирующего действия от самого таймера.

Статус каждого таймера сохраняется в энергонезависимой памяти при отключении питания реле. При включении реле статус каждого таймера восстанавливается.

**Таблица 6.23: Параметры настроек таймеров**

Значение параметра	Параметр	Описание
Таймер N	- 0 1	Состояние таймера Не используется Выход неактивен Выход активен
Вкл	чч:мм:сс	Активация времени таймера
Откл	чч:мм:сс	Деактивация времени таймера
Режим		Для каждого из четырех таймеров доступно 12 различных режимов:
	-	Таймер выключен и не работает. Выход выключен, т.е. все время 0 .
	Ежедневно	Таймер включается и выключается один раз в день.
	понедельник	Таймер включается и выключается каждый понедельник.
	вторник	Таймер включается и выключается каждый вторник.
	среда	Таймер включается и выключается каждую среду.
	четверг	Таймер включается и выключается каждый четверг.
	пятница	Таймер включается и выключается каждую пятницу.
	субота	Таймер включается и выключается каждую субботу.
	воскресенье	Таймер включается и выключается каждое воскресенье.
	MTWTF	Таймер включается и выключается каждый день кроме субботы и воскресения
	MTWTFSS	Таймер включается и выключается каждый день кроме воскресенья.
	SatSun	Таймер включается и выключается каждую субота и воскресенье.

## 6.13 Объединенная информация о статусе ступеней токовых защит

### Описание

Эта функция собирает информацию о коротких замыканиях, типе замыканий, регистрирует токи замыканий для всех введенных ступеней максимальной токовой защиты и отображает их в журнале событий.

Таблица 6.24: Параметры защиты линии

Значение параметра	Параметр	Единица	Описание	Примечание
IFitLas		$x_{IN}$ or $x_{MOT}$	Ток последнего К.З.	(Set)
<b>СТРОКА АВАРИЙНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ</b>				
AlrL1 AlrL2 AlrL3	0 1		Пуск (=сигнализация) статус для каждой фазы. 0 = Никакого пуска с момента аварии ClrDly 1 = Пуск вкл	
OCs	0 1		Статус объедин. пуска МТЗ. AlrL1 = AlrL2 = AlrL3 = 0 AlrL1 = 1 или AlrL2 = 1 или AlrL3 = 1	
LxAlarm	ВКЛ / Откл		'On' Разрешение события 'Вкл' для AlrL1 – 3 События разрешены / События запрещены	Set
LxAlarmOff	ВКЛ / Откл		'Off' разрешение событий для AlrL1...3 События разрешены / События запрещены	Set
OCAalarm	ВКЛ / Откл		'On' событие для объедин. пуска МТЗ События разрешены / События запрещены	Set
OCAalarmOff	ВКЛ / Откл		'Off' событие для объедин. пуска МТЗ События разрешены / События запрещены	Set
IncFitEvt	Вкл Откл		События запрета нескольких пусков и срабатывания защит одной и той же неисправности Разрешено несколько событий *) Несколько событий с возрастающей неисправностью отключены**)	Set
ClrDly	0 – 65535	с	Продолжительность активного статуса тревог AlrL1, AlrL2, AlrL3 и OCs	Set
<b>СТРОКА КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ</b>				
FitL1 FitL2 FitL3	0 1		К.З. (= авар.отключение) для каждой фазы. 0 = Никакого повреждения с момента повреждения ClrDly 1 = Повреждение вкл	
OCt	0 1		Состояние объедин. авар. отключения, выполненного МТЗ.. FitL1 = FitL2 = FitL3 = 0 FitL1 = 1 или FitL2 = 1 или FitL3 = 1	
LxTrip	ВКЛ / Откл		'On' разрешение события для FitL1 – 3 События разрешены / События запрещены	Set

Значение параметра	Параметр	Единица	Описание	Примечание
LxTripOff	Вкл / Откл		'Off' разрешение события для FitL1...3 События разрешены / События запрещены	Set
OCTrip	Вкл / Откл		'On' разрешение события для объединенных объедин. авар. отключений от МТЗ События разрешены / События запрещены	Set
OCTripOff	Вкл / Откл		'Off' событие для объедин. пуска МТЗ События разрешены / События запрещены	Set
IncFitEvt	Вкл Откл		Отключение нескольких событий с одной и той же неисправностью Разрешено несколько событий *) Несколько событий с возрастающей неисправностью отключены**)	Set
ClrDly	0 – 65535	с	Продолжительность состояний акт. сигнала FitL1, Fit2, FitL3 и OCT	Set

Set = редактируемый параметр (требуется пароль).

\*) Используется с протоколом связи IEC 60870-105-103. Экран сигнализации показывает самый последний ток короткого замыкания, если он является самым большим зарегистрированным током повреждения. Не используется с Spabus, потому что ведущие Spabus обычно не любят иметь непарные события Вкл/Выкл.

\*\*\*) Используется с протоколом SPA-bus, потому что большинству ведущих SPA-bus требуется отключение события для каждого соответствующего события.

## 6.14 Определитель места короткого замыкания на вводе

### Описание

Реле включает в себя алгоритм самостоятельного определения места повреждения. Алгоритм может найти короткое замыкание в радиальных сетях, если реле, находящееся на вводе, соединено с ТТ & amp; TH так, что измеряемый поток мощности имеет прямое (положительное) направление. Если направления потока измеряемой мощности ввода сконфигурировано обратным, функция определителя места короткого замыкания не работает.

Место повреждения указывается как в единицах сопротивления (ом), так и в километрах или милях. Это значение передается затем, к примеру, вместе с событием в систему диспетчеризации (DMS). Система может локализовать место неисправности. Если система диспетчеризации DMS недоступна, расстояние до повреждения отображается или в километрах или как величина реактивного сопротивления. Однако значение расстояния действует только в том случае, если реактивное сопротивление линии установлено правильно. Кроме того, линия должна быть однородной, т.е. тип провода линии должен быть одинаковым по всей длине. Если линия содержит несколько типов проводов, используется среднее значение сопротивления линии для получения приблизительного значения расстояния до места повреждения. Образцы проводов и значения сопротивления для широко используемых воздушных линий:

- Sparrow: 0,408 Ом / км или 0,656 Ом / миля
- Raven: 0,378 Ом / км или 0,608 Ом / миля

Определитель места повреждения обычно реализован в реле ячейки ввода подстанции. Таким образом, для обнаружения места повреждения используется только одно реле.

### Последовательность работы алгоритма:

1. Необходимые измерения (фазные токи и напряжения) постоянно доступны.
2. Вычисление расстояния до места повреждения может быть запущено в двух случаях: после отключения выключателя из-за повреждения и внезапного увеличения фазных токов (Enable Xfault calc1 + Triggering digital input). Другой вариант - использование только внезапного увеличения фазных токов (Enable Xfault calc1).
3. Фазные токи и напряжения регистрируются на трех этапах: до неисправности, во время неисправности и после того, как

был отключен автоматический выключатель поврежденного фидера.

4. Вычисляются величины расстояния до повреждения.
5. Выбираются две фазы с наибольшим током КЗ.
6. Токи нагрузки компенсируются.
7. Вычисляется реактивное сопротивление длины поврежденной линии.

**Таблица 6.25: Параметры настроек определителя места короткого замыкания на вводе**

Значение параметра	Параметр	Единица	По умолчанию	Описание
Запуск дискретного входа	-; DI1 – DI16 VI1 – VI4 VO1 – VO6 NI1 – NI64 POC1 – POC16	-	-	Режим триггера (-= срабатывание на основе внезапного увеличения фазного тока, иначе внезапного увеличения фазного тока + DIx/VIx)
Погонное реактивное сопротивление линии	0,010 – 10,000	Ом/км	0,389	Погонное реактивное сопротивление линии. Используется только для преобразования реактивного сопротивления неисправности в километры.
dltrig	10 – 800	%I <sub>N</sub> or %I <sub>МОТ</sub>	50	Ток запуска (внезапное возрастание фазного тока)
Блокируется перед следующим срабатыванием	10 – 600	с	70	Блокирует функцию на это время после запуска. Используется для блокировки вычисления в АПВ.
Xmax limit	0,5 – 500,0	Ом	11,0	Предел для максимального реактивного сопротивления. Если значение реактивного сопротивления выше заданного предела, результат вычисления показан не будет.
Событие	Запрещено; Разрешено	-	Разрешено	Маска событий

**Таблица 6.26: Измеряемые и регистрируемые значения определителя места короткого замыкания на вводе**

	Значение параметра	Параметр	Единица	Описание
Измеренные значения/ Зарегистрированные значения	Расстояние		км	Расстояние до повреждения
	Xfault		Ом	Реактивное сопротивление
	Дата		-	Дата К.З.
	Время		-	Время К.З.
	Время		мс	Время К.З.
	Cntr		-	Количество К.З.
	Pre		А	Ток перед К.З. (=ток нагрузки)
	К.З.		А	Ток К.З.
	После		А	Ток после К.З.
	Udrop		% Un	Провал напряжения во время К.З.
	Durati		с	Продолжительность К.З.
	тип		-	Тип К.З. (1-2,2-3,1-3,1-2-3)

Ниже представлен пример применения, где алгоритм определения местоположения К.З. используется на стороне ввода. При вводе в эксплуатацию реле следует учитывать следующее:

Status for incomer and feeder

Status	Incomer	Feeder
Status	OK	OK
Algorithm condition	OK	
Number of faults	5	-
Fault type	12	
Fault reactance	22.03 ohm	
Distance to fault	44.8 km	
Voltage drop	74 %	

Incomer fault locator

Current change to trig  %

Xmax limit  ohm

Blocked before next trig  s

Accept zero pre-fault current

Reference current 67 A

Trig limit current 300 A

Fault duration 1.10 s

Current before fault 67 A

Fault current 1337 A

Current after fault 0 A

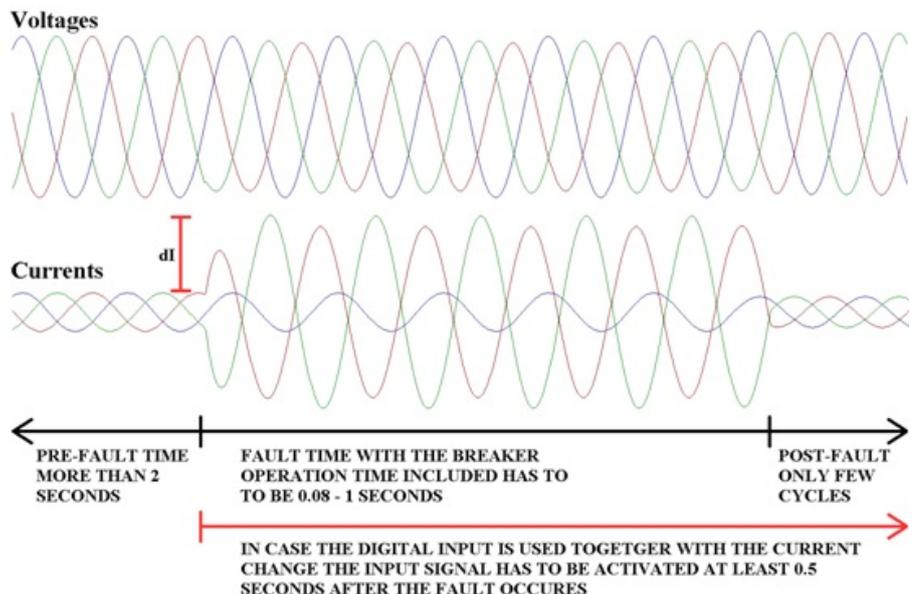
Feeder fault locator

Pick-up setting 120 A

Pick-up setting  xIn

Earth factor

Earth factor angle  °



Ниже представлен пример применения, где алгоритм определения местоположения К.З. используется на стороне фидера.

Status for incomer and feeder

Status	Incomer	Feeder
Status	OK	OK
Algorithm condition	OK	
Number of faults	5	-
Fault type	12	
Fault reactance	22.03 ohm	
Distance to fault	44.8 km	
Voltage drop	74 %	

Incomer fault locator

Current change to trig  %

Xmax limit  ohm

Blocked before next trig  s

Accept zero pre-fault current

Reference current 67 A

Trig limit current 300 A

Fault duration 1.10 s

Current before fault 67 A

Fault current 1337 A

Current after fault 0 A

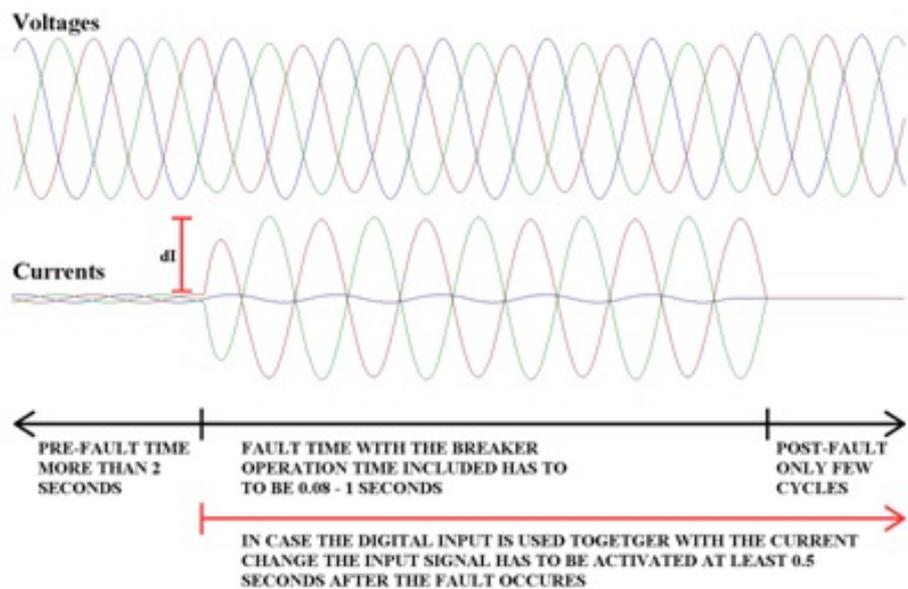
Feeder fault locator

Pick-up setting 120 A

Pick-up setting  xIn

Earth factor

Earth factor angle  °



## 6.15 Определитель места короткого замыкания на фидере (ANSI 21FL)

### Описание

Реле включает в себя алгоритм самостоятельного определения места повреждения. Алгоритм может найти короткое замыкание в радиальных сетях. Место повреждения указывается как в единицах сопротивления (ом), так и в километрах или милях. Это значение передается затем, к примеру, вместе с событием в систему диспетчеризации (DMS). Система может локализовать место неисправности. Если система диспетчеризации DMS недоступна, расстояние до повреждения отображается или в километрах или как величина реактивного сопротивления.

Однако значение расстояния действует только в том случае, если реактивное сопротивление линии установлено правильно.

Кроме того, линия должна быть однородной, т.е. тип провода линии должен быть одинаковым по всей длине. Если линия содержит несколько типов проводов, используется среднее значение сопротивления линии для получения приблизительного значения расстояния до места повреждения. Образцы проводов и значения сопротивления для широко используемых воздушных линий:

- Sparrow: 0,408 Ом / км или 0,656 Ом / миля
- Raven: 0,378 Ом / км или 0,608 Ом / миля

Этот определитель места повреждения нельзя использовать на вводе, поскольку этот определитель места повреждения не имеет возможности компенсации здоровых фидеров.

Когда определитель места повреждения фидера вычисляет импеданс короткого замыкания, используется следующая формула:

$$Z_{AB} = \frac{\overline{U_A} - \overline{U_B}}{\overline{I_A} - \overline{I_B}}$$

$\overline{U_A}$  = Вектор фазного напряжения  
 $\overline{U_B}$  = Вектор фазного напряжения  
 $\overline{I_A}$  = Вектор фазного тока  
 $\overline{I_B}$  = Вектор фазного тока

Когда определитель места повреждения вычисляет импеданс замыкания на землю, используется следующая формула:

$$Z_A = \frac{\overline{U_A}}{\overline{I_A + k \times 3I_0}} \quad U_A = \text{Вектор фазного напряжения}$$

$I_A$  = Вектор фазного тока

$k$  = Коэффициент фактора земли  $k$ , задается пользователем

$3I_0$  = Ток замыкания на землю, рассчитанный по фазным токам ( $I_{0Calc}$ )

Коэффициент фактора земли  $k$  рассчитывается по следующей формуле:

$$K_0 = (Z_{0L} - Z_{1L}) / (3 \times Z_{1L})$$

$Z_{0L}$  = Сопротивление нулевой последовательности линии

$Z_{1L}$  = Сопротивление прямой последовательности линии

Запуск расчета реактивного сопротивления неисправности происходит при превышении Начального значения или выполнении условий «Начальная уставка» и «Запуск дискретного ввода». При использовании «Триггерный цифровой вход» может быть либо цифровым, либо виртуальным входом.

**Таблица 6.27: Параметры настроек определителя места короткого замыкания на фидере**

Значение параметра	Параметр	Единица	По умолчанию	Описание
Уставка пуска	0,10 – 5,00	xln	1,2	Уставка тока запуска.
Запуск дискретного ввода	-; DI1 – DI16 VI1 – VI4 VO1 – VO6 NI1 – NI64 POC1 – POC16	-	-	Режим триггера (= запуск на основе внезапного увеличения фазного тока, в противном случае увеличение фазного тока + DIx / VIx / VOx / NIx / POCx)
Погонное реактивное сопротивление линии	0,010 – 10,000	Ом / км	0,491	Погонное реактивное сопротивление линии. Используется только для преобразования реактивного сопротивления неисправности в километры.
Коэффициент фактора земли	0.000 – 10.000	-	0,678	Коэффициент фактора земли, вычисленный из технических условий линии.
Earth factor angle	-60 – +60	°	10	Угол коэффициента фактора земли, вычисленного из технических условий линии.
События активированы	Выкл; Вкл	-	Вкл	Маска событий

**Таблица 6.28: Измеряемые и регистрируемые значения определителя места короткого замыкания на фидере**

	Значение параметра	Параметр	Единица	Описание
Измеренные значения/ записанные значения	Расстояние		км	Расстояние до повреждения
	Xfault		Ом	Реактивное сопротивление
	Дата		-	Дата К.З.
	Время		-	Время К.З.
	Cntr		-	Количество К.З.
	К.З.		А	Ток К.З.
	Udrop		% Un	Провал напряжения во время К.З.
	тип		-	Тип повреждения(1-2, 2-3, 1-3, 1-2-3, 1-N, 2-N, 3-N, 1-N-2-N, 2-N-3-N, 3-N-1-N, 1-N-2-N-3-N)

**Feeder fault locator**

Pick-up setting 1200 A

Pick-up setting  xIn

Earth factor

Earth factor angle  °

---

**FAULT LOG**

Date	hh:mm:ss.ms	Fault reactance	Distance to fault	Fault type	Voltage drop	Pre-fault current	Fault current	Current after fault	Mode

---

**ADVANCED SETTINGS FOR FEEDER FL**

Uavg limit  %Un

Io limit  xIn

Io limit 500 A

DI timeout  s

Release timeout  s

**Fault Locator**      21fl

---

**Settings for incomer and feeder**

Setting	Incomer	Feeder
Enable fault locator	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Triggering digital input	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Event enabling	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Line reactance/unit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Unit for distance to fault	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

---

**Status for incomer and feeder**

Status	Incomer	Feeder
Status	OK	OK
Algorithm condition		
Number of faults	-	-
Fault type		
Fault reactance		
Distance to fault		
Voltage drop		

---

**Incomer fault locator**

Current change to trig  50 %

Xmax limit  500.0 ohm

Blocked before next trig  70 s

Accept zero pre-fault current

Reference current 0 A

Trig limit current 0 A

Fault duration 0.00 s

Current before fault 0 A

Fault current 0 A

Current after fault 0 A

## 6.16 Контроль цепи отключения (ANSI 74)

### Описание

Контроль цепи отключения используется для подтверждения исправности цепи отключения между защитным реле и автоматическим выключателем. Несмотря на то, что цепь отключения не используется большую часть времени, важно держать ее в порядке, чтобы выключатель мог в любой момент отключиться если реле обнаруживает неисправность в сети.

Цепи включения можно контролировать используя тот же принцип.

**Примечание** Применяется контроль цепи отключения с помощью дискретного входа и его программируемой временной задержки.

### 6.16.1 Контроль цепи отключения с помощью одного дискретного входа

Преимущества этой схемы заключаются в том, что необходимы только один дискретный вход и не требуется прокладка дополнительных проводов от реле к автоматическому выключателю. Кроме того, возможен контроль цепи отключения 24 В постоянного тока.

Недостатком является то, что необходим внешний резистор для контроля цепи отключения в обоих положениях выключателя. Если достаточно контроля только при включенном положении выключателя, то резистор не нужен.

- Дискретный вход подключается параллельно контактам выходного реле отключения (Рисунок 6.10).
- Дискретный вход сконфигурирован как нормально закрытый (НЗ).
- Задержка дискретного входа сконфигурирована так, чтобы быть дольше максимального времени неисправности, чтобы заблокировать любой избыточный аварийный сигнал неисправности цепи отключения, когда контакты выходного реле отключения закрыты.
- Дискретный вход подключается к выходному реле в матрице выходов для включения контактов выходного реле в цепи аварийной сигнализации подстанции.
- выходного реле отключения должно быть без удержания. В противном случае после подачи команды на отключение контакты выходного реле отключения останутся замкнутыми, поэтому будет выдан ложный сигнал неисправности цепей отключения.

- Используя блок-контакт выключателя для внешнего резистора, можно также контролировать вспомогательный контакт в цепи отключения.

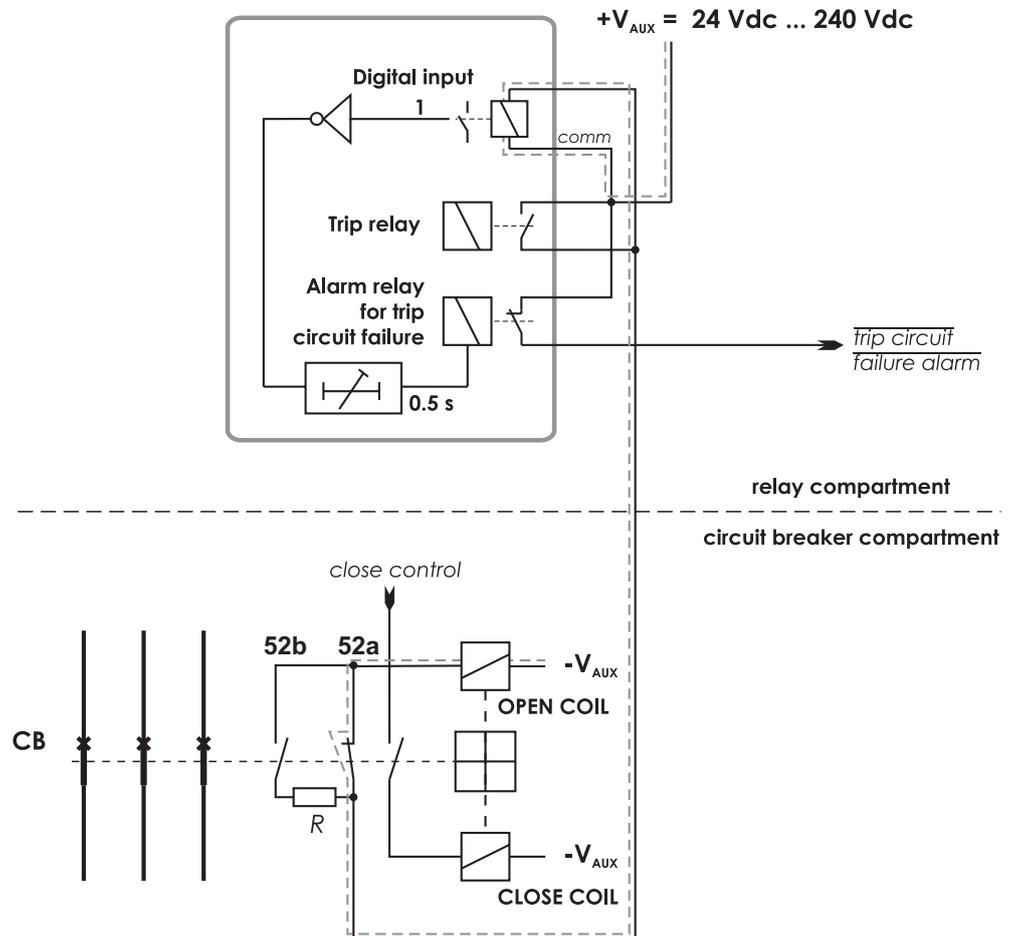


Рисунок 6.10: Контроль цепи отключения с использованием одного дискретного входа и внешнего резистора R.

Выключатель включен. Цепь контроля при этом положении выключателя показана двойной линией. Дискретный вход активирован если цепь отключения собрана.

Это применимо для любых дискретных входов.

**Примечание** Необходимость внешнего резистора R зависит от применения и рекомендаций изготовителя выключателя.

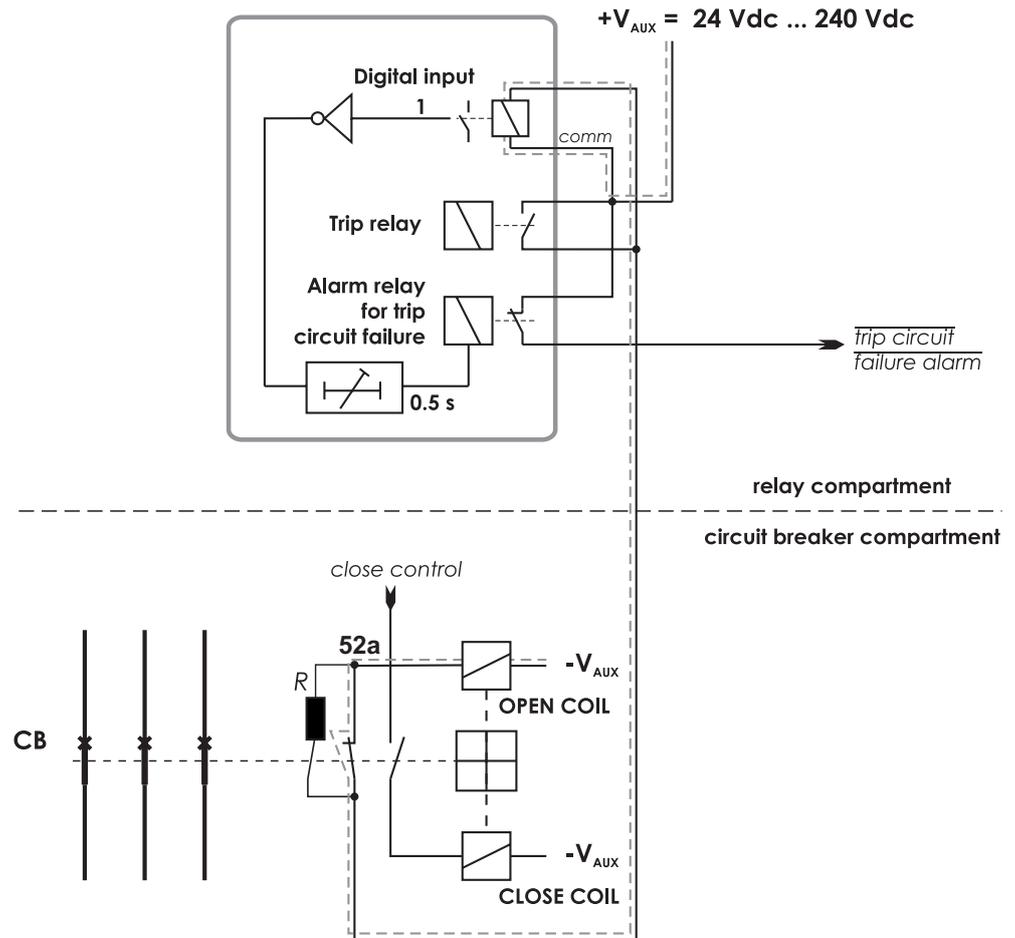


Рисунок 6.11: Альтернативный способ организации цепи контроля отключения без использования блок-контакта 52b автоматического выключателя

Контроль цепи отключения с использованием одного дискретного входа и внешнего резистора R. Выключатель включен. Цепь контроля при этом положении выключателя показана двойной линией. Дискретный вход активирован если цепь отключения собрана.

Альтернативный способ организации цепи контроля отключения без использования блок-контакта 52b автоматического выключателя. Это применимо для любых дискретных входов.

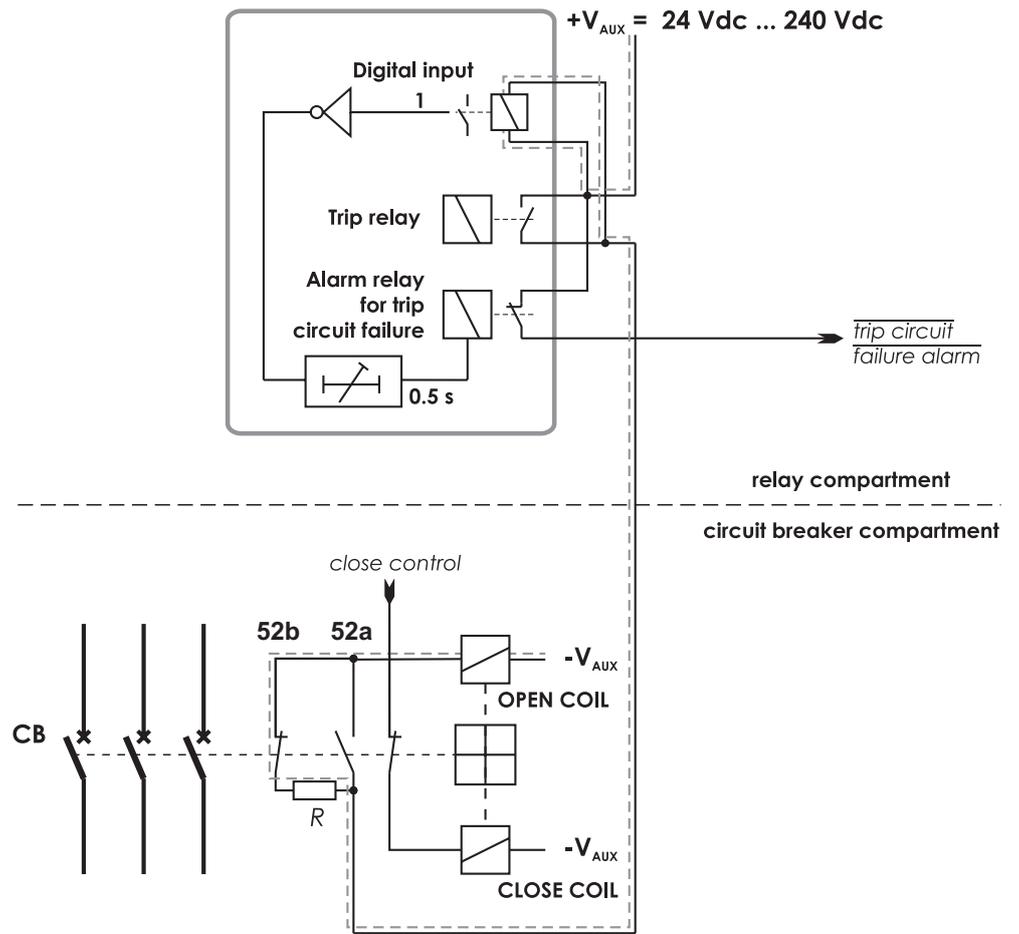


Рисунок 6.12: Контроль цепи отключения с использованием одного дискретного входа, когда автоматический выключатель отключен.

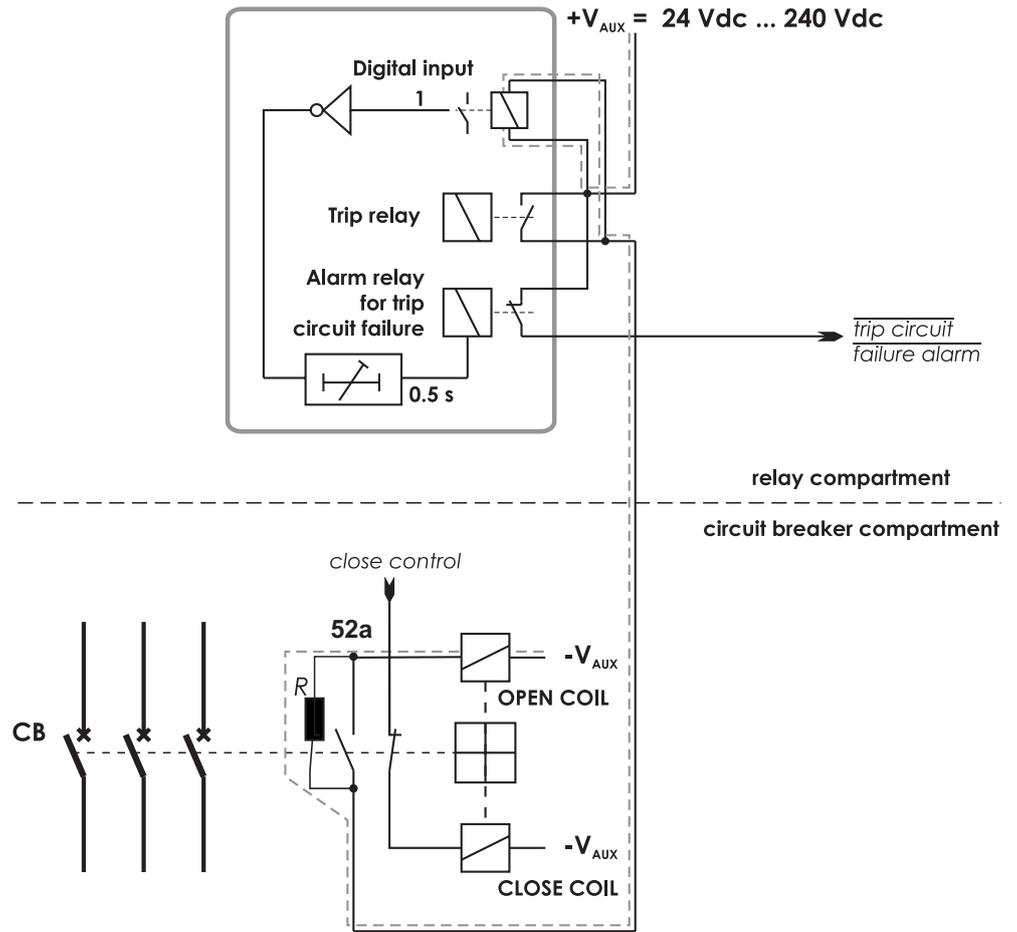


Рисунок 6.13: Альтернативный способ организации цепи контроля отключения без использования блок-контакта 52b автоматического выключателя. Контроль цепи отключения с использованием одного дискретного входа, когда выключатель отключен.

DIGITAL INPUTS

-	Input	State	Polarity	Delay	On Event	Off Event	Alarm display	Counters
On	1	0	NO	0.00	On	On	On	0
On	2	0	NO	0.00	On	On	On	0
On	3	0	NO	0.00	On	On	On	3
On	4	0	NO	0.00	On	On	On	0
On	5	0	NO	0.00	On	On	On	0
On	6	0	NO	0.00	On	On	On	0
On	7	0	NC	0.50	Off	Off	Off	1

Рисунок 6.14: Пример конфигурации дискретного входа DI7 для контроля цепи отключения с одним дискретным входом.

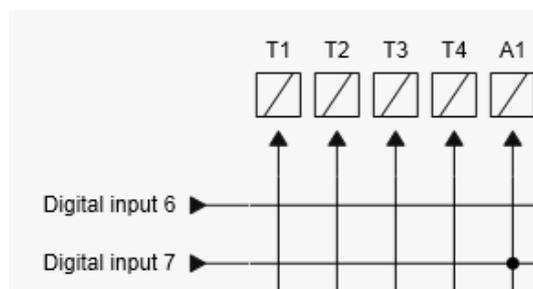


Рисунок 6.15: Пример конфигурации матрицы выходов для контроля цепи отключения с одним дискретным входом.

### Пример расчета параметров внешнего резистора R

$U_{AUX} =$  =110 В; - 20 % + 10%, оперативное питание и допустимый диапазон изменения напряжения оперативного питания

$U_{DI} =$  =18 В; пороговое напряжение дискретного входа,

$I_{DI} =$  3 мА, типовой ток, необходимый для активизации дискретного входа, включая запас по надежности 1 мА.

$P_{COIL} =$  50 Вт, Номинальная мощность катушки отключения выключателя. Если это значение не известно, то можно использовать допущение  $R_{COIL}=0 \text{ Ом}$ .

$U_{MIN} =$   $U_{AUX} - 20 \% = 88 \text{ V}$

$U_{MAX} =$   $U_{AUX} + 10 \% = 121 \text{ V}$

$R_{COIL} =$   $U_{AUX}^2 / P_{COIL} = 242 \text{ }\Omega$ .

Значение внешнего сопротивления вычисляется с помощью Уравнение 6.5.

Уравнение 6.5:

$$R = \frac{U_{MIN} - U_{DI} - I_{DI} \cdot R_{Coil}}{I_{DI}}$$

$$R = (88 - 18 - 0.003 \times 242) / 0.003 = 23.1 \text{ k}\Omega$$

(На практике сопротивлением катушки пренебрегают.)

Выбрав следующую стандартную величину, мы получим **22 kΩ**.

Номинальная мощность для внешнего резистора оценивается с помощью Уравнение 6.6 и Уравнение 6.7. Уравнение 6.6 используется при условии, что выключатель отключен. и принимая 100% запас по надежности для ограничения максимальной температуры резистора.

Уравнение 6.6:

$$P = 2 \cdot I_{DI}^2 \cdot R$$

$$P = 2 \times 0.003^2 \times 22000 = 0.40 \text{ Вт}$$

Выбираем следующую стандартную величину, например **0.5 Вт**. Когда контакты выходного реле отключения еще замкнуты а выключатель уже отключился, резистор должен выдерживать намного большую мощность (Уравнение 6.7) за это короткое время.

Уравнение 6.7:

$$P = \frac{U_{MAX}^2}{R}$$

$$P = 121^2 / 22000 = 0.67 \text{ Вт}$$

Для этой короткой пиковой мощности достаточно резистора с номиналом 0,5 Вт. Однако, если контакты выходного реле отключения остаются замкнутыми более чем на несколько секунд, следует использовать резистор номиналом 1 Вт.

## 6.16.2

### Контроль цепи отключения с помощью двух дискретных входов

Преимущество этой схемы заключается в том, что внешний резистор не требуется.

Недостатки в том, что необходимы два дискретных входа от двух отдельных групп и два дополнительных провода от реле к выключателю. Кроме того, минимальное допустимое оперативное напряжение составляет 48 В постоянного тока, что более чем в два раза превышает пороговое напряжение дискретного входа, потому что когда выключатель отключен, два дискретных входа соединены последовательно.

- Первый дискретный вход подключается параллельно цепи "блок-контакт выключателя - катушка отключения".
- Другой блок-контакт выключателя соединен последовательно с первым дискретным входом. Это позволяет также контролировать блок-контакт в цепи отключения.
- Второй дискретный вход подключается параллельно контактам выходного реле отключения.
- Оба входа сконфигурированы как нормально замкнутые (НЗ).
- Программируемая логика пользователя используется для подачи дискретных входных сигналов логический элемент "И". Задержка на выходе элемента "И" выбрана так, чтобы она превышала максимальное время раобранного состояния

цепи отключения, чтобы не допустить ложнон срабатывание функции контроля цепи отключения, когда контакт отключения выходного реле замкнут.

- Выходной сигнал логики подключается к выходному реле в матрице выходов для включения контактов выходного реле в цепи аварийной сигнализации подстанции.
- Оба дискретных входа должны иметь свой собственный общий потенциал.

Использование других дискретных входов той же группы, которой принадлежит верхний дискретный вход на Рисунке 6.16 невозможно в большинстве применений. Использование других дискретных входов той же группы, которой принадлежит нижний дискретный вход на Рисунок 6.16 ограничен, поскольку вся группа привязана к оперативному напряжению  $V_{AUX}$ .

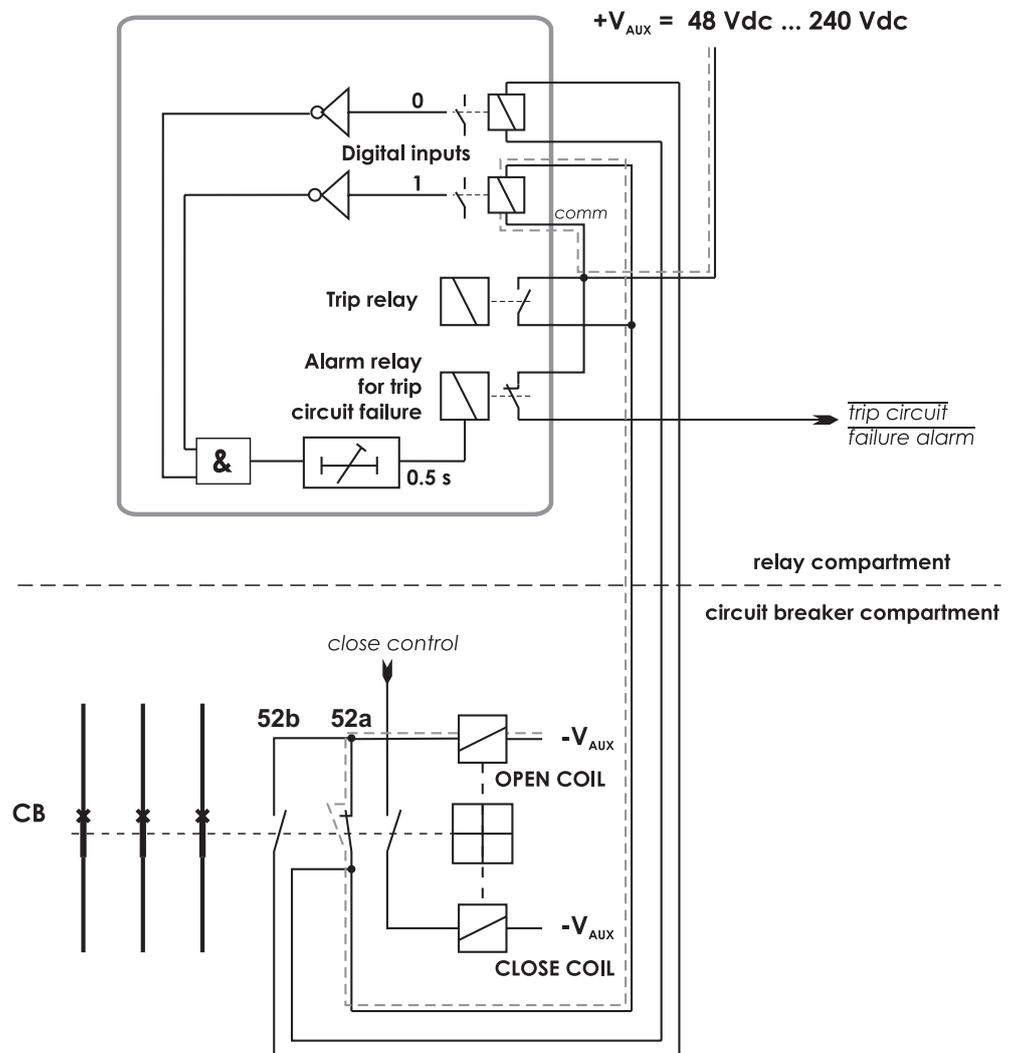


Рисунок 6.16: Контроль цепи аварийного отключения с помощью двух дискретных входов. Выключатель включен. Цепь контроля при этом положении выключателя показана двойной линией. Дискретный вход активирован если цепь отключения собрана.

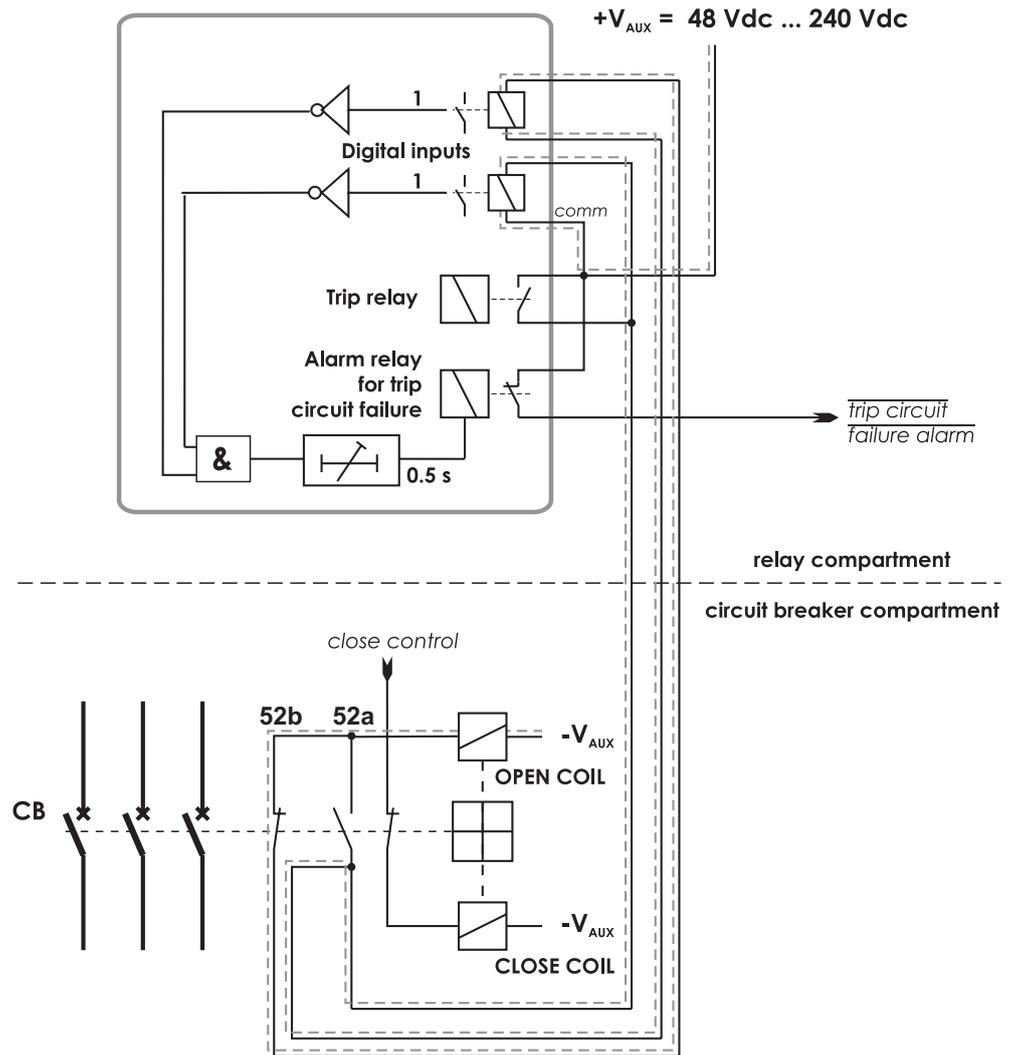


Рисунок 6.17: Контроль цепи аварийного отключения с помощью двух дискретных входов. Выключатель отключен. Два дискретных входа теперь соединены последовательно.

**DIGITAL INPUTS**

Input	State	Polarity	Delay	On Event	Off Event	Alarm display	Counters
1	1	NC	0.00	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0
2	1	NC	0.00	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0

Рисунок 6.18: Пример конфигурирования дискретного входа для контроля цепи отключения когда используются два дискретных входа DI1 и DI2. Если выбраны дискретные входы с DI3 по DI16, минимальное напряжение должно быть 96 В постоянного тока.

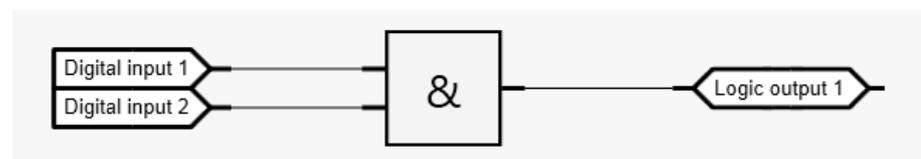


Рисунок 6.19: Пример логической конфигурации для контроля цепи аварийного отключения с помощью двух цифровые входы DI1 и DI2.

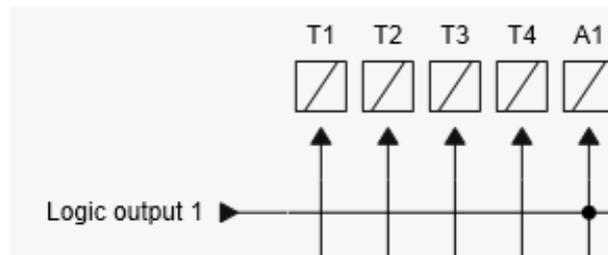


Рисунок 6.20: Пример конфигурации матрицы выходов для контроля цепи аварийного отключения с помощью двух дискретных входов.

# 7 Обмен данными и протоколы

## 7.1 Порты связи

На передней панели имеется USB-порт для подключения к Easergy Pro, инструмента настройки и конфигурирования .

На задней панели реле может иметь следующие подключения, в зависимости от типа опций связи:

- RS-485 соединение (удаленный порт)
- RS-232 соединение для последовательных протоколов (удаленные и дополнительные порты), а также порт синхронизации часов (IRIG-B).
- 1 x RJ-45 or 1 x LC для протоколов Ethernet (порт Ethernet).
- 2 x RJ-45 or 2 x LC для протоколов Ethernet (порт Ethernet).

### 7.1.1 Удаленные и дополнительные порты

Удаленные и дополнительные порты используются для последовательных протоколов, таких как Modbus или IEC 60870-5-103. Физический интерфейс описан в Глава 9.5 Соединения.

Параметры для порта можно установить через переднюю панель реле или используя Easergy Pro. Количество доступных последовательных портов зависит от типа заказа связи.

**Примечание** Реле поддерживает использование двух протоколов связи одновременно, но один и тот же протокол можно использовать только один раз. Меню конфигурирования протокола дает возможность выбора протокола, настроек порта и счетчиков сообщений / ошибок / таймаутов.

## 7.1.2 Ethernet port/Порт Ethernet

Порт Ethernet используется для протоколов Ethernet, таких как IEC61850 и Modbus TCP / IP.

Физический интерфейс описан в Глава 9.5 Соединения.

Параметры для порта можно установить через переднюю панель реле или используя Easergy Pro. Одновременно могут использоваться два разных протокола: оба протокола используют один и тот же IP-адрес и MAC-адрес (но другой номер IP-порта).

The screenshot displays the configuration interface for the Ethernet port, organized into four main sections:

- ETHERNET PORT:**
  - Enable communication port:
  - MAC address: 001AD3011561
  - Enable DHCP service:
  - Enable IP verification service:
  - IP Address: 10.4.128.92
  - NetMask: 255.255.240.0
  - Gateway ARP max tryouts: 5
  - Gateway: 10.4.128.254
  - NTP server: 10.4.128.250
  - NTP server (BackUp): 0.0.0.0
  - IP port for setting tool: 23
  - TCP keepalive interval: 0 s
  - Ethernet packets received: 0
  - Ethernet packets sent: 0
  - Eth Port1 status: Link down
  - Eth Port2 status: Link down
- Ethernet Protocol 1:**
  - Enable communication port:
  - Ethernet port protocol: None
  - IP port for protocol 1: 502
  - Set protocol default IP port: -
  - Message counter: 0 (Clear)
  - Error counter: 0 (Clear)
  - Timeout counter: 0 (Clear)
- Ethernet Protocol 2:**
  - Enable communication port:
  - Ethernet port protocol 2nd inst: None
  - IP port for protocol 2: 502
  - Set protocol default IP port: -
  - Message counter: 0 (Clear)
  - Error counter: 0 (Clear)
  - Timeout counter: 0 (Clear)
- REDUNDANCY PROTOCOL FOR ETHERNET:**
  - Redundancy Protocol: PRP

Рисунок 7.1: Окно настроек для последовательных и Ethernet-протоколов

## 7.2 Протоколы связи

Протоколы разрешают передачу следующего типа данных:

- события
- информация о состоянии
- измерения
- команды управления
- синхронизация часов
- настройка (только SPA-шина и встроенная SPA-шина)

### 7.2.1 Modbus и Modbus TCP / IP

Эти протоколы Modbus часто используются в энергетике и промышленности. Разница между этими двумя протоколами в носителе данных. Modbus TCP / IP использует Ethernet, а Modbus использует асинхронную связь (RS-232 или RS-485).

Easergy Pro показывает список всех доступных элементов данных для Modbus. Отдельный документ "Communication parameter protocol mappings.zip" также доступен.

Связь Modbus активируется с помощью выбора меню с параметром "Протокол". См. Глава 7.1 Порты связи.

Конфигурацию интерфейса Ethernet смотри См. Глава 7.1.2 Ethernet port/Порт Ethernet.

### 7.2.2 Profibus DP

Протокол Profibus DP широко используется в промышленности. Требуется внешний модуль VPA 3CG и кабель VX084.

#### **Профиль устройства «непрерывный режим»**

В этом режиме реле непрерывно передает сконфигурированный набор параметров данных ведущему устройству Profibus DP. Преимуществом этого режима является скорость и легкий доступ к данным в Profibus master. Недостатком является максимальный размер буфера 128 байтов, который ограничивает количество элементов данных, переданных ведущему устройству. Некоторые PLC имеют собственные ограничения для размера буфера Profibus, что может дополнительно ограничить количество передаваемых элементов данных.

#### **Профиль устройства «Режим запроса»**

Используя режим запроса, можно прочитать все доступные данные из Easergy Sepam P3 реле и по-прежнему используют

только очень короткий буфер для передачи данных Profibus. Недостатком является более низкая общая скорость передачи данных и необходимость увеличения обработки данных на ведущем устройстве Profibus, поскольку каждый элемент данных должен запрашиваться отдельно мастером.

**Примечание** В режиме запроса невозможно непрерывно читать только один элемент данных. По крайней мере, два разных элемента данных должны быть поочередно считаны для получения обновленных данных от реле.

Для режима непрерывного режима и запроса имеется отдельное руководство для VPA 3CG. Руководство доступно для скачивания на нашем веб-сайте.

### **Доступные данные**

Easergy Pro показывает список всех доступных элементов данных для обоих режимов. Отдельный документ "Communication parameter protocol mappings.zip" также доступен.

## **7.2.3**

### **SPA-bus**

Реле имеет полную поддержку протокола SPA-bus, включая считывание и запись значений настроек. Также поддерживается чтение нескольких последовательных следующих одно за другим битов данных состояния, значений измерений или значений настроек одним сообщением.

Возможны несколько одновременных вариантов этого протокола с использованием разных физических портов, но события могут быть прочитаны только одним вариантом протокола.

Существует отдельный документ "Communication parameter protocol mappings.zip" доступных данных данных SPA-bus.

## 7.2.4 IEC 60870-5-103 (IEC-103)

Стандарт МЭК 60870-5-103 "Обобщающий стандарт для информативного интерфейса оборудования защиты" обеспечивает стандартизированный коммуникационный интерфейс для первичной системы (мастер-системы).

Используется несбалансированный режим передачи и прибор функционирует как вторичная станция (ведомая) в процессе обмена данными. Данные передаются на первичную систему с помощью принципа "сбор данных путем опроса".

**Функциональные возможности IEC включает в себя функции области применения:**

- инициализация устройства
- общий опрос
- синхронизация часов
- передачи команд.

Невозможно передавать данные параметров или записи осциллограмм через интерфейс протокола МЭК 103.

**Можно использовать следующие типы блока данных прикладных услуг (ASDU):**

- ASDU 1: сообщение с меткой времени
- ASDU 3: Измеряемые I
- ASDU 5: Идентификация сообщение
- ASDU 6: Синхронизация часов
- ASDU 8: Окончание общего запроса.

**Реле будет принимать:**

- ASDU 6: Синхронизация часов
- ASDU 7: Инициирование общего запроса
- ASDU 20: Общая команда.
- ASDU 23: Передача файла осциллограмм

**Данные в кадре сообщение идентифицируются:**

- типом идентификации
- типом функции
- номером информации.

Они фиксируются для элементов данных в совместимом диапазоне протокола, например, при отключения I> функция идентифицируется: тип идентификации = 1, тип функции = 160 и номер информации = 90. Тип функции "Персональный

диапазон" используется для таких данных, которые стандартом не описаны (т.е. состояние дискретных входов и управление объектами).

Тип функции и номер информации используемых в сообщениях персонального диапазона конфигурируется. Это позволяет гибко взаимодействовать с различными ведущими системами.

Для получения дополнительной информации о IEC 60870-5-103 в реле Easergy Sepam P3, См. "IEC 103 Interoperability List.pdf" и "Communication parameter protocol mappings.zip" документы.

## 7.2.5

### DNP 3.0

Реле поддерживает связь с использованием протокола DNP 3.0. Поддерживаются следующие типы данных DNP 3.0:

- бинарный вход
- изменение двоичного входа
- двухбитовый вход
- бинарный выход
- аналоговый вход
- счетчики

Для получения дополнительной информации См. "DNP 3.0 Device Profile Document.pdf" и "Communication parameter protocol mappings.zip". Обмен данными DNP 3.0 связь активируется с помощью выбора меню.

## 7.2.6

### IEC 60870-5-101 (IEC-101)

Стандарт IEC 60870-5-101 получен из стандартного определения протокола IEC 60870-5. В реле Easergy Sepam P3 протокол обмена информацией IEC 60870-5-101 доступен через выбор меню. Реле работает как управляемый автономный (подчиненный) блок в несбалансированном режиме.

Поддерживаемые функции приложения включают передачу данных процесса, передачу событий, передачу команд, общий опрос, синхронизацию часов, передачу интегрированных итогов и получение задержки передачи.

Для получения дополнительной информации о IEC 60870-5-101 в реле Easergy Sepam P3 См. "Communication parameter protocol mappings.zip" документ.

## 7.2.7 IEC 61850

Протокол IEC 61850 доступен с дополнительным коммуникационным модулем. Его можно использовать для чтения или записи статических данных из реле или для приема событий, а также для приема или отправки сообщений GOOSE от или к другим реле.

Интерфейс сервера IEC 61850 содержит:

- конфигурируемая модель данных: выбор логических узлов, соответствующих активным функциям применения
- настраиваемые заранее определенные наборы данных
- поддерживаемые динамические наборы данных, созданные клиентами
- поддерживаемая функция отчетности с буферизированными и небуферизированными блоками управления отчетами
- отправка аналоговых значений по GOOSE
- поддерживаемые режимы управления:
  - прямой с нормальной безопасностью
  - прямой с повышенной безопасностью
  - выбрать перед операцией с нормальной безопасностью
  - выбрать перед операцией с повышенной безопасностью
- поддерживаемая горизонтальная связь с GOOSE:  
настраиваемые наборы данных GOOSE, настраиваемые фильтры для входов абонентов GOOSE, входы GOOSE, доступные в логической матрице приложения

Дополнительная информация может быть получена из отдельных документов "IEC 61850 interface in SEPAM P3 relays configuration instruction.pdf" и "Communication parameter protocol mappings.zip".

## 7.2.8 EtherNet/IP

Реле поддерживает связь с использованием протокола EtherNet / IP, который является частью семейства Common Industrial Protocol (CIP). Протокол EtherNet / IP доступен с дополнительным встроенным портом Ethernet. Протокол может использоваться для чтения или записи данных с реле или в реле с использованием связи «запрос / ответ» или посредством циклических сообщений, транспортирующих данные, назначенные в скомпонованные блоки.

Для получения более подробной информации и списков параметров для EtherNet / IP обратитесь к отдельном примечании по применению “EtherNet/IP configuration instructions.pdf”.

Для полной модели данных EtherNet / IP обратитесь к документу “DeviceNet and EtherNetIP data model.pdf” и “Communication parameter protocol mappings.zip”.

## 7.2.9 Сервер HTTPS – Webset

Интерфейс конфигурации Webset HTTPS предоставляет возможность настройки реле со стандартным веб-браузером, таким как Internet Explorer, Mozilla Firefox или Google Chrome. Эта функция доступна, когда используется опция связи C, D, E или F.

Многие из функций реле доступны в интерфейсе Webset. Предусмотрен список групп и вид группы из реле, и большинство групп, за исключением групп LOGIC и MIMIC, настраиваются.

## 8

# Примеры областей применения и конфигурации.

В этой главе описываются функции защиты в различных применениях защиты.

Реле могут использоваться для защиты линии / фидера в сетях среднего напряжения с глухозаземленной нейтралью, с заземлением нейтрали через низкоомное сопротивление, с изолированной или компенсированной нейтралью. Реле имеют все необходимые функции, которые должны применяться как резервные реле защиты в высоковольтных сетях или реле дифференциальной защиты трансформатора. Кроме того, реле включает в себя все необходимые функции, которые должны применяться в качестве реле защиты двигателя для вращающихся машин в промышленности.

Реле обеспечивают функцию управления выключателем. Дополнительно такие коммутационные аппараты, как заземляющие разъединители, выключатели нагрузки, тоже могут управляться с передней панели или автоматизированной системой управления или SCADA. В реле реализованы также программируемые функциональные возможности логики для разнообразных областей применения. например, схем взаимной блокировки.

## 8.1 Защита фидера подстанции

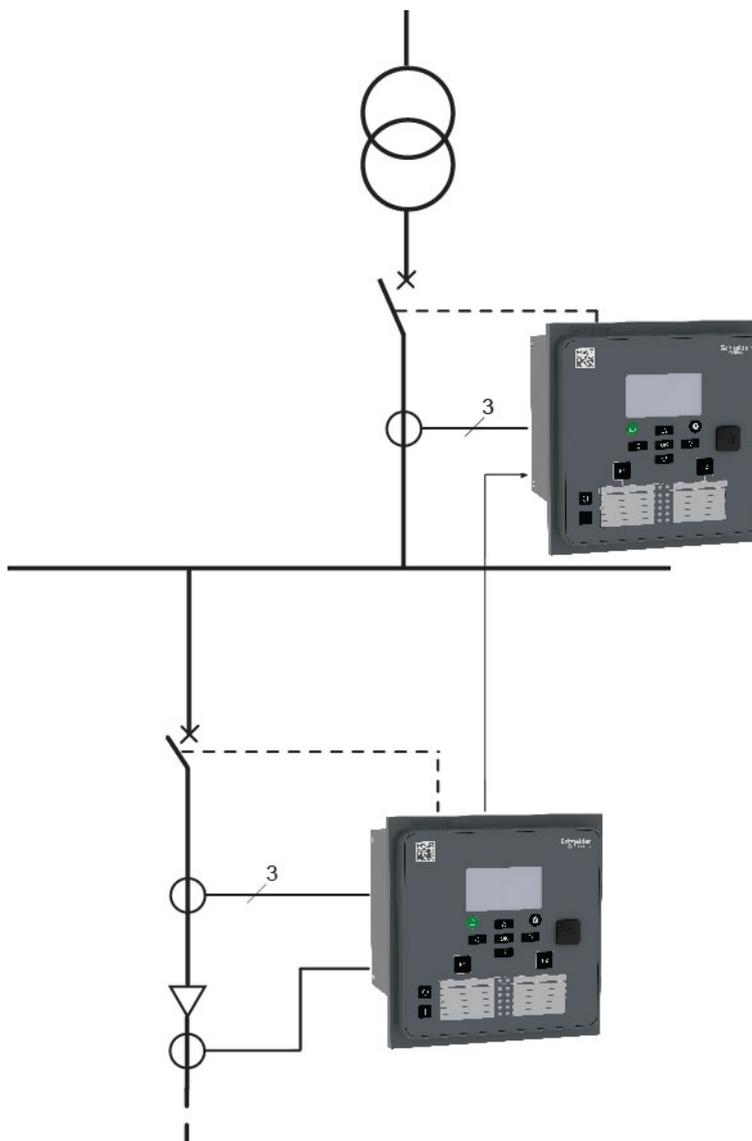


Рисунок 8.1: Easergy Sepam P3U10, P3U20 and P3U30 используются для защиты фидеров подстанции.

В этом применении ступень токовой отсечки  $I>>>$  в реле защиты ввода, блокируется сигналом пуска, поступающим от реле защиты, расположенных на отходящих линиях. Это предотвращает отключение ввода токовой отсечкой ввода, если авария случилась в отходящей линии. Схема взаимоблокировки позволяет обеспечивать более короткие времена отключения повреждения на сборных шинах.

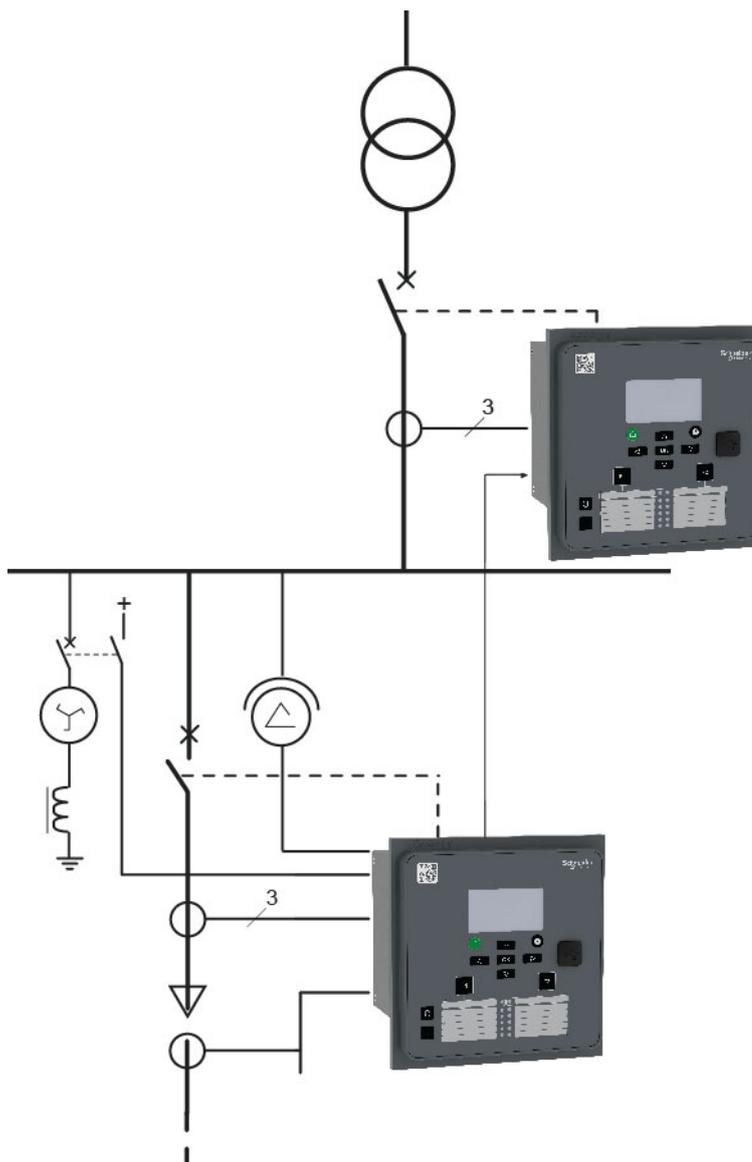


Рисунок 8.2: Easergy Sepam P3U10, P3U20 and P3U30 используется в защите ввода в сети с компенсированной нейтралью .

Для этого применения информация о режиме заземления сети, взятая из катушки Петерсона, подается в ступень направленной токовой защиты от замыкания на землю через дискретный вход. Режим заземления сети определяет характеристики направленной токовой защиты от замыкания на землю. В случае заземленной нейтрали применяется RES-метод, а для изолированной нейтрали применяется CAP-метод.

## 8.2 Промышленная защита фидера / двигателя

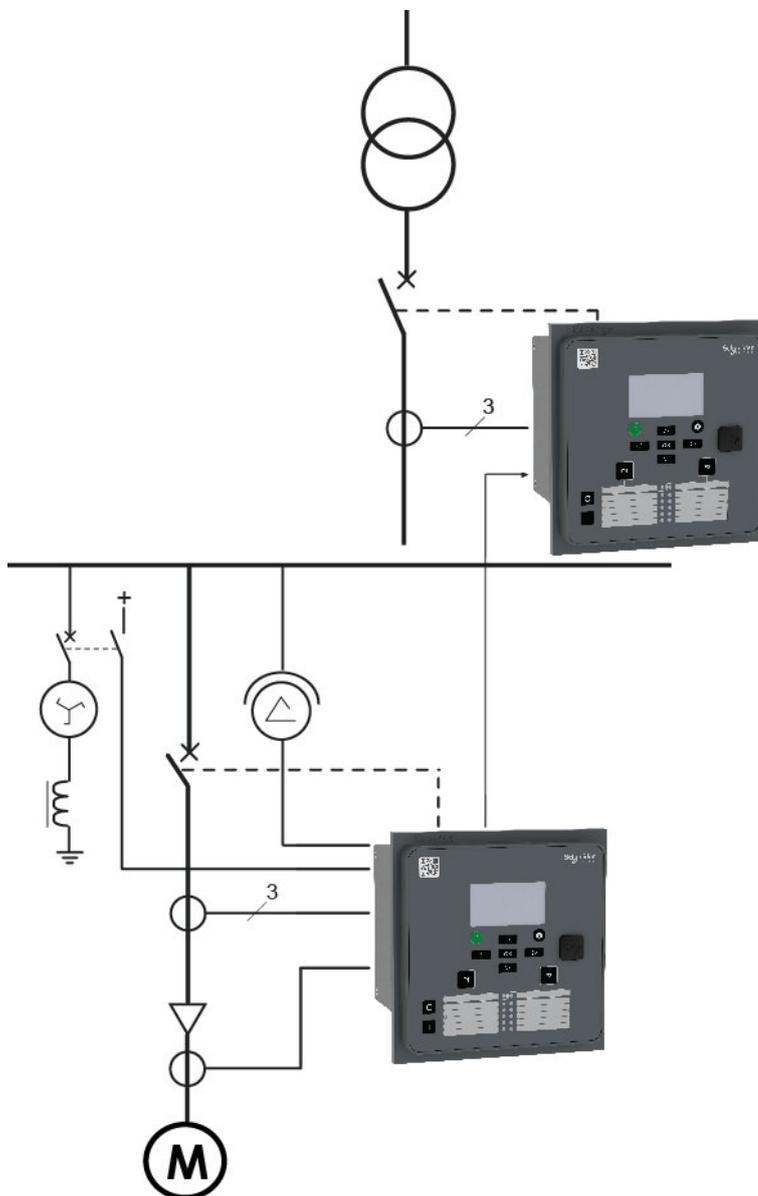


Рисунок 8.3: Easergy Sepam P3U10, P3U20 and P3U30, используется для защиты кабеля в сетях промышленных установок.

Реле поддерживает направленную токовую защиту от замыканий на землю и трехфазную МТЗ, которые требуется для защиты кабельной линии. Кроме того, для защиты кабеля от перегрузки может использоваться тепловая защита. Поддерживаются все функции защиты двигателя при использовании режима применения двигателя.

## 8.3 Использование торов нулевой последовательности CSH120 и CSH200

### Общие сведения

Специально сконструированные трансформаторы тока CSH120 и CSH200 предназначены для прямого измерения тока замыкания на землю. Единственное различие между ними - это диаметр. Из-за их низковольтной изоляции их можно использовать только на кабелях.

Торы можно подключить к реле Easergy Sepam P3 к токовому входу 0.2 A  $I_0$ . Этот вход необходимо учитывать при заказе защитного реле (выберите 0,2 A для тока замыкания на землю в опциях заказа).

### Настройки в реле защиты Easergy Sepam P3

Когда CSH 120 или CSH 200 подключены к реле защиты Easergy Sepam P3, настройки масштабирования должны быть установлены следующим образом, чтобы обеспечить правильное срабатывание функций защиты и значений измерения. Использовать  $I_0(X)$  равным 470 A как первичный ток ТТ и  $I_0(X)$  равным 0,2 A как вторичный ток ТТ. См. Рисунок 8.4.

**Примечание** (X) относится к  $I_0$  номер входного канала, т.е. 1 или 2.



Рисунок 8.4: Вид шкалирования  $I_{01}$  input.

### Измерительные характеристики

Когда CSH 120 или CSH 200 используются с реле защиты Easergy Sepam P3 диапазон измерения составляет 0,2 A-300A первичного тока. Минимальное показание для первичного тока -  $0,005 \times I_N$  который в этом случае означает  $0,005 \times 470 \text{ A} = 2,35 \text{ A}$  первичного тока.

Io input	Io1			
Io1 residual current	0.000 pu			
Status	-			
Estimated time to trip	0.0 s			
Start counter	0			Clear
Trip counter	0			Clear
Set group 1 DI control	-			
Set group 2 DI control	-			
Set group 3 DI control	-			
Set group 4 DI control	-			
Group	1			
	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4
Pick-up setting [A]	2.83	23.49	23.49	23.49
Pick-up setting [pu]	0.006	0.050	0.050	0.050
Delay curve family	DT	DT	DT	DT
Delay type	DT	DT	DT	DT
Operation delay [s]	0.04	1.00	1.00	1.00

Рисунок 8.5: Окно настроек защиты от замыкания на землю

## 9 Монтаж

### 9.1 Проверка полученного груза перед распаковкой

Проверьте состояние упаковки и сохранность пломб в пункте доставки груза. Мы отгружаем продукцию нашего завода в опломбированной упаковке. Если транспортная упаковка и пломбы будут повреждены, конфиденциальность и подлинность информации, содержащейся в продукции, не может быть гарантирована.

### 9.2 Идентификация продукта

Каждое реле Easergy Sepam P3 поставляется в отдельной упаковке, содержащей:

- реле защиты Easergy Sepam P3 с необходимыми клеммными зажимами
- Сертификат производственного испытания
- Краткое руководство пользователя

Дополнительные принадлежности поставляются в отдельных упаковках.

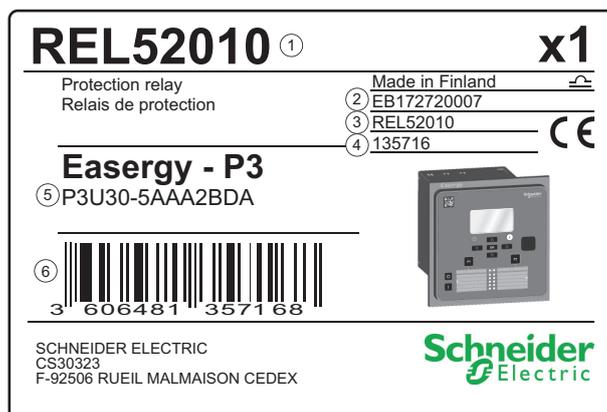
Для идентификации реле Easergy Sepam P3 прочтите информацию о реле, имеющейся на этикетке, приклеенной к упаковке и на этикетке, находящейся на корпусе реле..

### Этикетка с серийным номером



1. Номинальное напряжение  $U_N$
2. Номинальная частота  $f_N$
3. Номинальный фазный ток  $I_N$
4. Номинальный ток замыкания на землю  $I_{ON}$
5. Потребляемая мощность
6. Рабочий диапазон питания  $U_{AUX}$
7. Обозначение типа
8. Серийный номер
9. Дата производства
10. MAC-адрес для связи TCP / IP
11. Код заказа
12. Производственная идентификация

### Упаковочная этикетка устройства



1. Код заказа
2. Серийный номер
3. Код заказа
4. Внутренний код продукта
5. Обозначение типа
6. EAN13 штрих-код

---

## 9.3 Хранение

Храните реле в оригинальной упаковке в закрытом помещении со следующими условиями окружающей среды:

- температура окружающей среды: от  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+70^{\circ}\text{C}$  (или от  $-40^{\circ}\text{F}$  до  $+158^{\circ}\text{F}$ )
- влажность  $< 90\%$ .

Ежегодно проверяйте условия окружающей среды и упаковку.

## 9.4 Монтаж

### **⚠ Опасно**

#### **ОПАСНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ ТРАВМ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ, ВЗРЫВА ИЛИ ВСПЫШКИ ДУГИ**

- Надеть средства индивидуальной защиты (СИЗ) и соблюдайте технику безопасности. При выборе одежды применять действующие местные стандарты.
- Монтаж оборудования разрешается выполнять только квалифицированным специалистам. Перед выполнением монтажа следует внимательно изучить весь комплект технической документации и проверить технические характеристики устройства.
- **КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩАЕТСЯ** работать одному.
- Перед выполнением любых работ с оборудованием отсоедините его от всех источников электропитания. Проверьте все возможные источники питания, включая обратное напряжение.
- Всегда используйте исправные приборы правильно выбранным диапазоном измерения, чтобы убедиться, что питание отключено.
- Не размыкать вторичную цепь трансформатора тока, находящегося под напряжением.
- Подключите защитное заземление реле к функциональному заземлению в соответствии с схемами соединений, представленными в этом документе.

**Несоблюдение этой инструкции приведет к смерти или серьезной травме.**

PANEL MOUNTING P3Uxx

	A	B
P3Uxx-5	214mm / 8.4"	192mm / 7.6"
P3Uxx-6	226mm / 8.9"	204mm / 8.0"

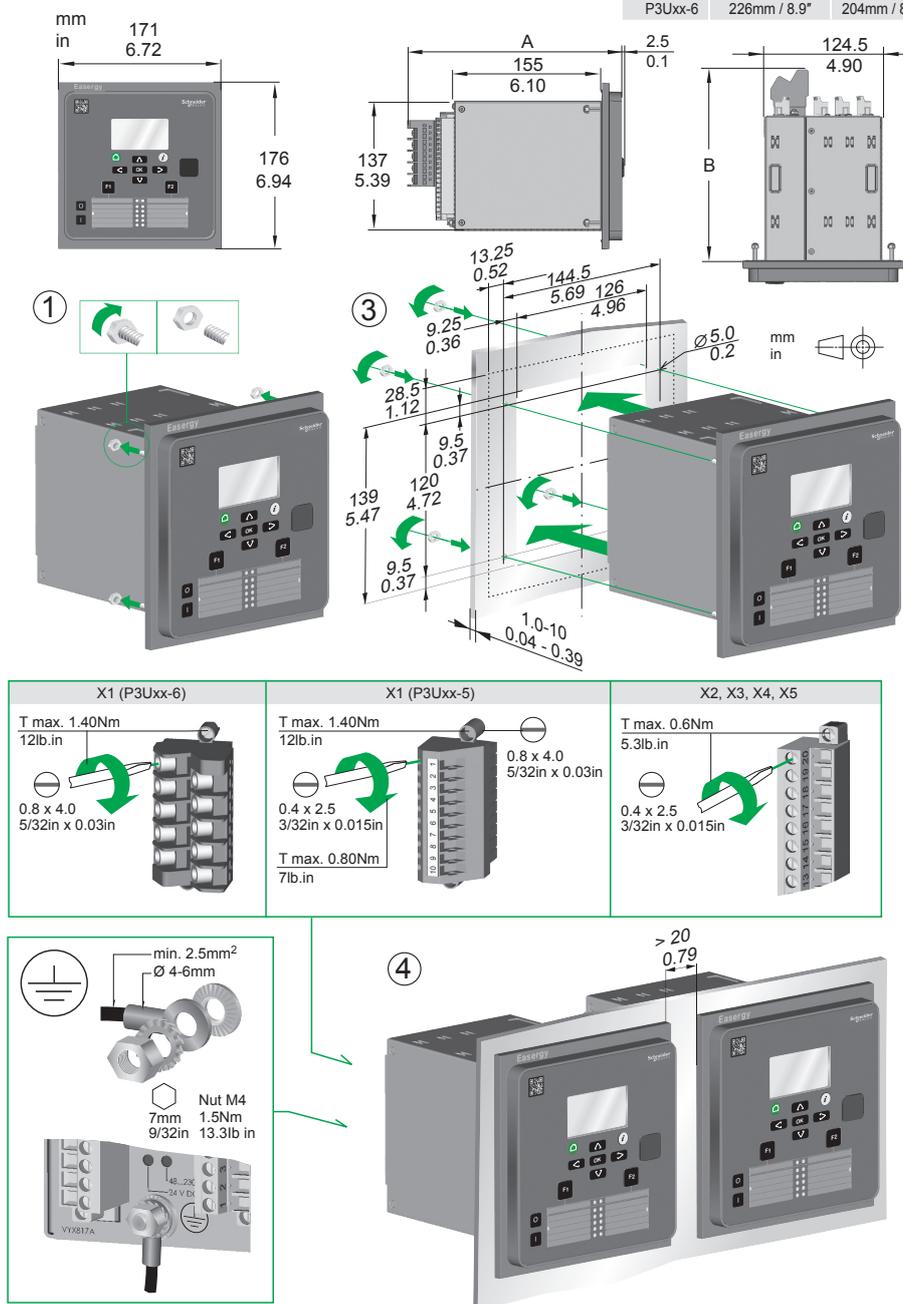


Рисунок 9.1: Утопленный монтаж

PANEL MOUNTING WITH RAISING FRAME REL52834

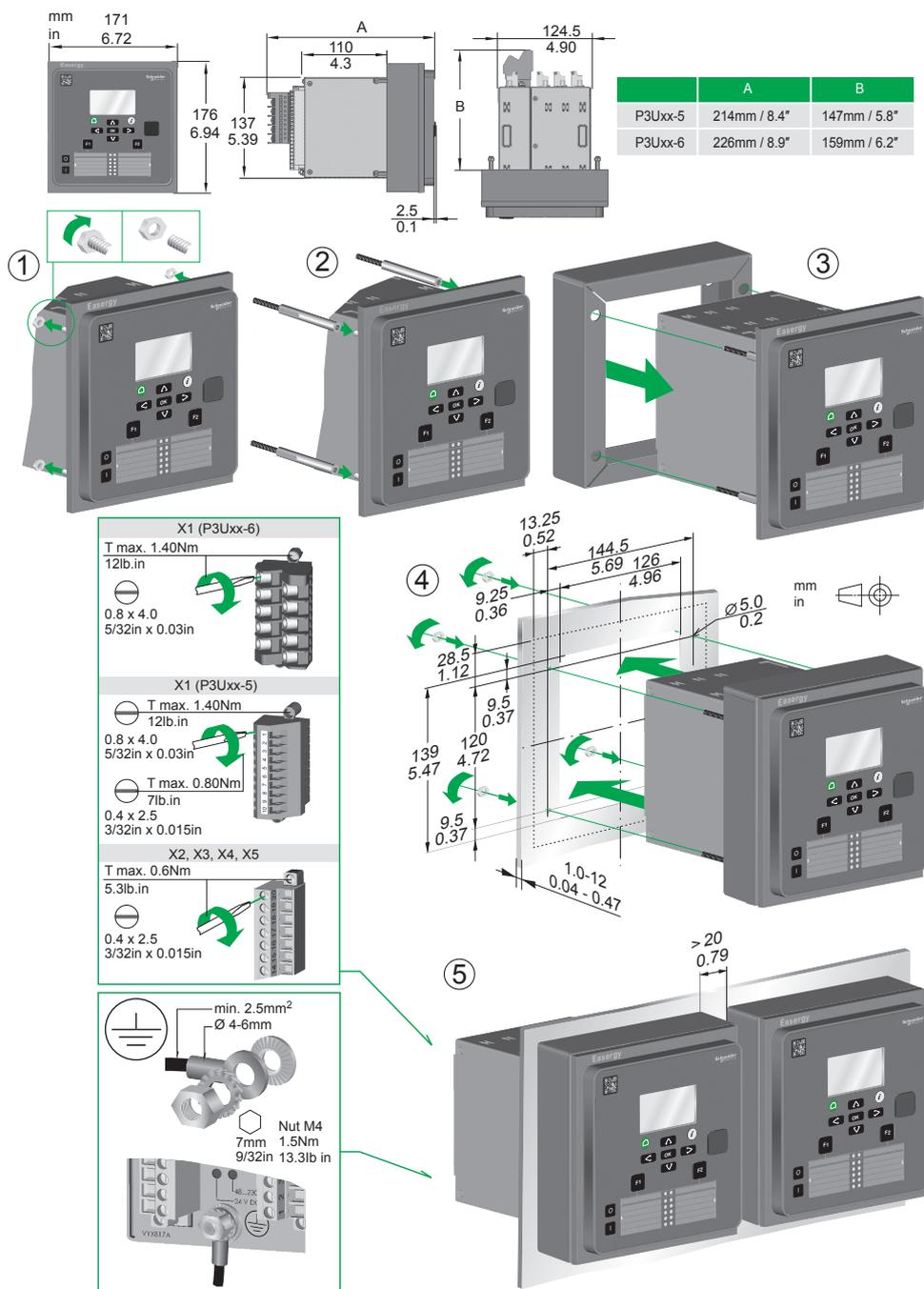


Рисунок 9.2: Утопленный монтаж с подъемной рамой REL52834

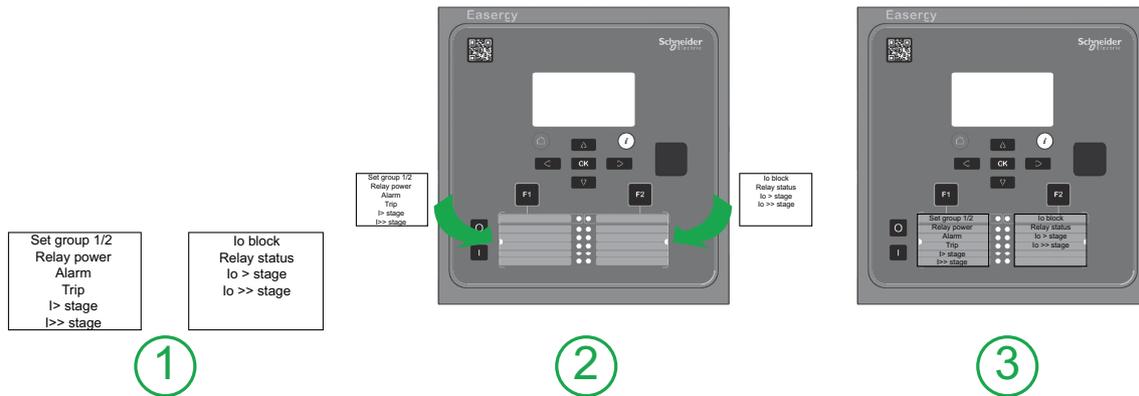
**⚠ Внимание**

**ОПАСНОСТЬ ПОРЕЗА**

Зачистить кромки вырезанных пластин, чтобы удалить все заусенцы.

**Несоблюдение этих инструкций может привести к травме.**

### Пример вставки в РЗУ лицевой этикетки с аварийными надписями



Смотри документ "P3 Стандартная серия, инструкция по лицевым этикеткам " для получения дополнительной информации.

## 9.5 Соединения

**Примечание** На рисунках показаны релейные выходы с включенным вспомогательным питанием, и работой защиты в режиме ожидания.

### 9.5.1 Задняя панель

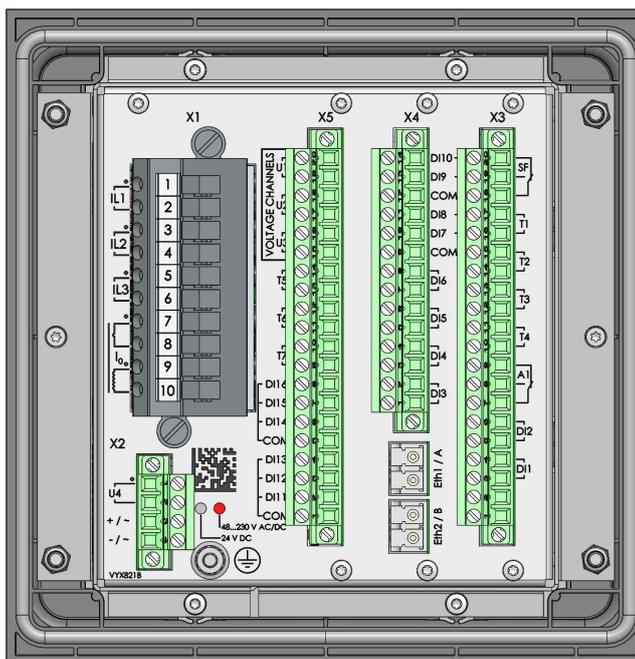


Рисунок 9.3: Вставной зажим 2xLC P3Uxx-5AAA3BDA

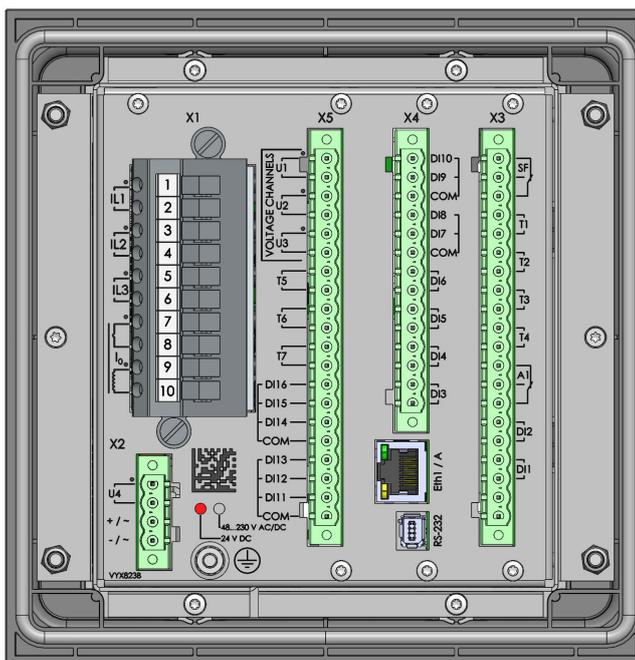
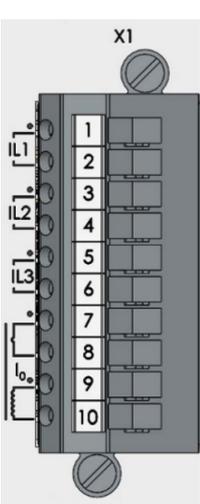


Рисунок 9.4: Разъем RJ45 ETH\_RS232 без контактных колодок X2-X5 P3Uxx-5ABA1BEA

### Клеммник X1, соединения

Стандартное исполнение реле Easergy SEPAM P3 имеет два альтернативных типа клеммных колодок для подключения токовых сигналов, содержащих короткозамкатель для автоматического закорачивания токовых цепей, если клеммная колодка отсоединена от корпуса реле. При заказе опции 5 реле комплектуется клеммником для подсоединения проводов с штыревыми наконечниками под винт, При заказе опции 6 реле комплектуется клеммником для подсоединения проводов с кольцевыми наконечниками под винт.

Таблица 9.1: Клеммник X1, соединения

	Контакты подключения фазного тока / полярность / номинальный вторичный ток		5 = подсоединения проводов с штыревыми наконечниками		6 = подсоединения проводов с кольцевыми наконечниками	
	1	IL1 (S1)	5/1A *	5/1A *	5/1A *	5/1A *
2	IL1 (S2)					
3	IL2 (S1)					
4	IL2 (S2)					
5	IL3 (S1)					
6	IL3 (S2)					
Контакты подключения тока замыкания на землю / полярность / номинальный вторичный ток			A=1/5A	B=0.2/1A	A=1/5A	B=0.2/1A
7	Io (S1)	5A	1A	5A	1A	
8	Io (S2)	1A	0.2A	1A	0.2A	
9	Io (S1)					
10	Io (S2)					

\*) Номинальный вторичный ток масштабируется до 1-10А

**Примечание** Подсоединять ток замыкания на землю Io или к клеммам 7-8 или 9-10, т.к. реле имеет только один канал ввода Io.

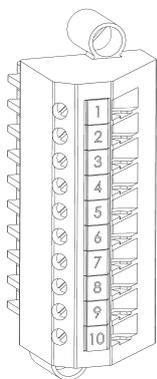


Рисунок 9.5: Опция 5: подсоединения проводов с штыревыми наконечниками

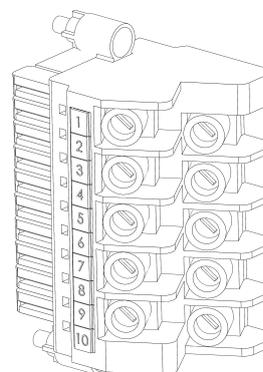
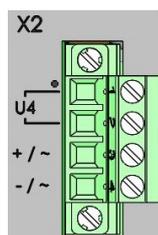
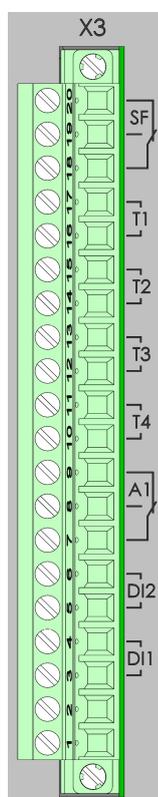


Рисунок 9.6: Опция 6: подсоединения проводов с кольцевыми наконечниками

**Клемник X2**

Нет	Обозначение	Описание
1		U <sub>0</sub> /ULN/ULL (da/a/a)
2	U <sub>4</sub>	U <sub>0</sub> /ULN/ULL (dn/n/b)
3	U <sub>4</sub>	Оперативное питание
4	+ / ~ - / ~	Оперативное питание

**Клемник X3**

Нет	Обозначение	Описание
20		Контакт готовности реле, нормально закрыт при включенном питании
19	SF NC	
18	SF NO	Контакт готовности реле, нормально открыт при включенном питании
17	SF COM	
16	T1	Контакт готовности реле, общий контакт
15	T1	Контакт отключения 1
14	T2	Контакт отключения 1
13	T2	Контакт отключения 2
12	T3	Контакт отключения 2
11	T3	Контакт отключения 3
10	T4	Контакт отключения 3
9	T4	Контакт отключения 4
8	A1 NC	Контакт отключения 4
7	A1 NO	Реле сигнализации 1, нормально замкнутый контакт
6	A1 COM	Аварийный контакт 1, нормально разомкнутый контакт
5	D12 +	
4	D12 -	Аварийное контакт 1, общий контакт
3	D11 +	Дискретный вход 2
2	D11 -	Дискретный вход 2
1	-	Дискретный вход 1
	-	Дискретный вход 1
		Нет соединения
		Нет соединения

**▲ Внимание****РИСК УНИЧТОЖЕНИЯ РЕЛЕ**

Не перепутайте разъемы X3, X4 и X5.

**Несоблюдение этих инструкций может привести к повреждению оборудования.**

### Терминал X4 с коммуникацией Ethernet

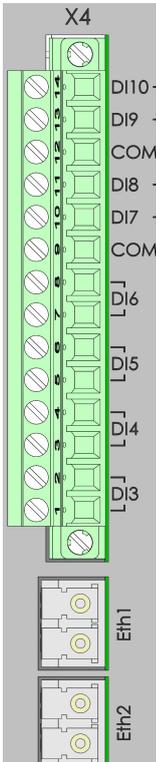
№	Нет	Обозначение	Описание
14			Дискретный вход 10
13		DI10	Дискретный вход 9
12		DI9	Общий для цифровых входов 9–10
11		COM	Дискретный вход 8
10		DI8	Дискретный вход 7
9		DI7	Общий для цифровых входов 7–8
8		COM	Дискретный вход 6
7		DI6	Дискретный вход 6
6		DI6	Дискретный вход 5
5		DI5	Дискретный вход 5
4		DI5	Дискретный вход 4
3		DI4	Дискретный вход 4
2		DI4	Дискретный вход 3
1		DI3	Дискретный вход 3
		DI3	

The diagram shows a terminal block labeled X4. It has 14 pins numbered 1 to 14. Pins 1, 2, and 3 are grouped as Eth1. Pins 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, and 14 are grouped as Eth2. The connections are as follows:

- Pin 1: DI3
- Pin 2: DI4
- Pin 3: DI4
- Pin 4: DI5
- Pin 5: DI5
- Pin 6: DI6
- Pin 7: DI6
- Pin 8: COM
- Pin 9: DI7
- Pin 10: DI8
- Pin 11: COM
- Pin 12: DI9
- Pin 13: DI10
- Pin 14: DI10

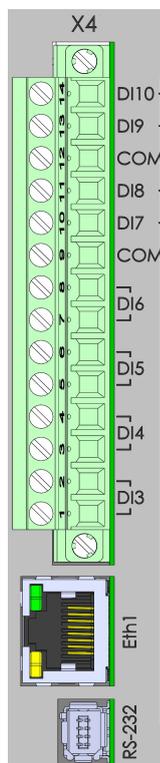
### Терминал X4 с оптической связью Ethernet

№	Обозначение	Описание
14	Нет	Дискретный вход 10
13	DI10	Дискретный вход 9
12	DI9	Общий для цифровых входов 9–10
11	COM	Дискретный вход 8
10	DI8	Дискретный вход 7
9	DI7	Общий для цифровых входов 7–8
8	COM	Дискретный вход 6
7	DI6	Дискретный вход 6
6	DI6	Дискретный вход 5
5	DI5	Дискретный вход 5
4	DI5	Дискретный вход 4
3	DI4	Дискретный вход 4
2	DI4	Дискретный вход 3
1	DI3	Дискретный вход 3
	DI3	



### Терминал X4 с коммуникацией Ethernet и RS-232

№	Нет	Обозначение	Описание
14			Дискретный вход 10
13		DI10	Дискретный вход 9
12		DI9	Общий для цифровых входов 9–10
11		COM	Дискретный вход 8
10		DI8	Дискретный вход 7
9		DI7	Общий для цифровых входов 7–8
8		COM	Дискретный вход 6
7		DI6	Дискретный вход 6
6		DI6	Дискретный вход 5
5		DI5	Дискретный вход 5
4		DI5	Дискретный вход 4
3		DI4	Дискретный вход 4
2		DI4	Дискретный вход 3
1		DI3	Дискретный вход 3
		DI3	



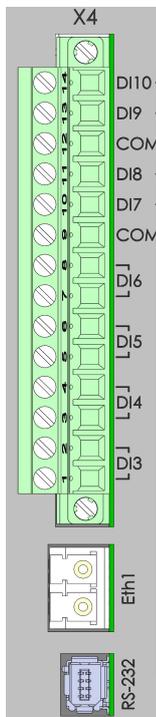
The diagram shows a terminal block labeled X4 with 14 pins. Pins 1-14 are arranged vertically. Pins 1-10 are labeled with digital input (DI) and common (COM) symbols. Pins 11-14 are labeled with DI10, DI9, DI8, and DI7. Below the main terminal block, there are two additional connectors: an Ethernet connector labeled Efn1 and an RS-232 connector.

### Терминал X4 с оптическим интерфейсом Ethernet и RS-232

Ethernet адаптер кабеля типа LC и последовательные интерфейсы RS-232

Кабель VX082, VX083 или VX084 необходим для подключения внешних дополнительных модулей к разъему RS-232 Easergy Sepam P3U10, P3U20 and P3U30.

№	Обозначение	Описание
14	Нет	Дискретный вход 10
13	DI10	Дискретный вход 9
12	DI9	Общий для цифровых входов 9–10
11	COM	Дискретный вход 8
10	DI8	Дискретный вход 7
9	DI7	Общий для цифровых входов 7–8
8	COM	Дискретный вход 6
7	DI6	Дискретный вход 6
6	DI6	Дискретный вход 5
5	DI5	Дискретный вход 5
4	DI5	Дискретный вход 4
3	DI4	Дискретный вход 4
2	DI4	Дискретный вход 3
1	DI3	Дискретный вход 3
	DI3	



## Клеммник X4 с коммуникацией RS-485

№	Нет	Обозначение	Описание
20		DI10	Дискретный вход 10
19		DI10	Дискретный вход 9
18		DI9	Общий для цифровых входов 9–10
17		COM	Дискретный вход 8
16		DI8	Дискретный вход 7
15		DI7	Общий для цифровых входов 7–8
14		COM	Дискретный вход 6
13		DI6	Дискретный вход 6
12		DI6	Дискретный вход 5
11		DI5	Дискретный вход 5
10		DI5	Дискретный вход 4
9		DI4	Дискретный вход 4
8		DI4	Дискретный вход 3
7		DI3	Дискретный вход 3
6*		DI3	RS-485 ограничительный резистор для соединения
5*		RS-485 term с “-“	
4*		RS-485 -	RS-485 соединения с “-“
3*		RS-485 +	RS-485 соединение с “+“
2		RS-485 term	RS-485 ограничительный резистор для соединения
1		RS-485 G	с “+“
		RS-485 SHD	RS-485 клемма заземления
			RS-485 экран кабеля

**Примечание** \* соединитель 3&4 and 5&6 когда необходимо ограничение

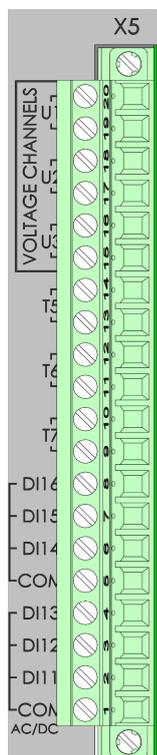
### ▲ Внимание

#### РИСК УНИЧТОЖЕНИЯ РЕЛЕ

Не перепутайте разъемы X3, X4 и X5.

**Несоблюдение этих инструкций может привести к повреждению оборудования.**

## Клемник X5



Нет	Обозначение	Описание
20	Нет	ULN/ULL (a/a)
19	U1	ULN/ULL (n/b)
18	U1	ULN/ULL (a/a)
17	U2	ULN/ULL (n/b)
16	U2	Uo/ULN/ULL (da/a/a)
15	U3	Uo/ULN/ULL (dn/n/b)
14	U3	Контакт отключения 5
13	T5	Контакт отключения 5
12	T5	Контакт отключения 6
11	T6	Контакт отключения 6
10	T6	Контакт отключения 7
9	T7	Контакт отключения 7
8	T7	Дискретный вход 16
7	D16	Дискретный вход 15
6	D15	Дискретный вход 14
5	D14	Общий для дискретных входов 14 – 16
4	COM	Дискретный вход 13
3	D13	Дискретный вход 12
2	D12	Дискретный вход 11
1	D11	Общий для дискретных входов 11 – 13
	COM	

### ⚠ Внимание

#### РИСК УНИЧТОЖЕНИЯ РЕЛЕ

Не перепутайте разъемы X3, X4 и X5.

**Несоблюдение этих инструкций может привести к повреждению оборудования.**

## 9.5.2 Оперативное питание

### **⚠ Опасно**

#### **ОПАСНОСТЬ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ**

Перед подключением устройств к реле отключить питание реле.

**Невыполнение этих инструкций может привести к смерти или тяжелым травмам.**

Внешнее оперативное напряжение  $U_{AUX}$  48 (-20%) - 230 (+ 10%) V переменного или постоянного тока, или, возможно, 24 ( $\pm 20\%$ ) V dc для реле подключается к контактам X2: 3-4.

**Примечание** Когда используется дополнительный модуль питания 24 В постоянного тока, полярность выглядит следующим образом: X2: 3 положительное (+), X2: 4 отрицательное (-).

### **ПРИМЕЧАНИЕ**

#### **ПОТЕРЯ ЗАЩИТЫ ИЛИ ОПАСНОСТЬ ЛОЖНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ**

- Если на реле не подано питание или оно находится в состоянии постоянной неисправности, функции защиты больше не активны, и все дискретные выходы Easergy Sepam P3 возвращаются в исходное состояние.
- Убедитесь, что режим работы и подсоединение проводов к SF реле совместимы с монтажом.

**Пренебрегая этими инструкциями, вы рискуете повредить оборудование и получить ошибочные отключения электроустановок.**

### 9.5.3 Локальный порт

Реле имеет порт USB на передней панели.

#### Протокол для USB-порта

Порт USB типа B на передней панели всегда использует протокол командной строки для Easergy Pro.

Скорость интерфейса определяется в меню CONF / DEVICE SETUP с передней панели. Настройки по умолчанию для реле: 38400 / 8N1.

Подключение кабеля между ПК и реле создает виртуальный COM-порт. Настройки по умолчанию для реле: 38400 / 8N1. Отображение параметров связи на дисплее реле отображает активные значения параметров для локального порта.

Можно изменить скорость передачи данных переднего USB-порта. Этот параметр отображается только на локальном дисплее реле. Битовая скорость может быть установлена в диапазоне от 1200 до 187500. Это изменяет скорость передачи битов реле, а скорость передачи битов Easergy Pro должна устанавливаться отдельно. Если скорость бита в инструменте настройки неверна, для установления связи требуется больше времени.

**Примечание** Используйте одну и ту же скорость передачи битов в реле и Easergy Pro.

## 9.5.4 Данные подключения

**Таблица 9.2: Оперативное питание**

	Тип А (стандарт)	Тип В (опционный)
Номинальное напряжение $U_{AUX}$	48 (-20%) – 230 (+10%) V ac/dc 48/110/120/230 V ac 48/110/125/220 V dc	24 V пост. тока (-20 %, +50 %) <b>Внимание! Полярность</b> X2:3= положительный (+) X2:4= отрицательный (-)
Пик запуска (dc) 110 V (Тип А) 220 V (Тип А)	25 A с постоянной времени 1000 $\mu$ s 15 A с постоянной времени 500 $\mu$ s 25 A с постоянной времени 750 $\mu$ s	
Потребляемая мощность	< 15 W (< 30 VA), нормальные условия < 25 W (< 50 VA), активированы дискретные выходы	
Макс. разрешено время прерывания	< 50 мс (110 V dc)	

**Таблица 9.3: Технические свойства дискретных входов**

Количество входов	В соответствии с кодом заказа Модель: P3U30-xxxxxBxx: 16 Модель: P3U20-xxxxxAxx: 10
Выдерживаемое напряжения	255 V ac/dc
Номинальное рабочее напряжение DI1 – DI16 (в соответствии с кодом заказа)	1: 24 – 230 V ac/dc (Макс. 255 V ac/dc) 2: 110 – 230 V ac/dc (Макс. 255 V ac/dc) 3: 220 – 230 V ac/dc (Макс. 255 V ac/dc)
Типичное пороговое значение переключения (в соответствии с кодом заказа)	1: 12 В постоянного тока 2: 75 В постоянного тока 3: 155 В постоянного тока
Потребление тока	< 4 mA (типично примерно 3mA)
Время цикла	10 мс
Время активизации, переменный/постоянный ток	< 11 мс / < 15 мс
Время сброса, переменный/постоянный ток	< 11 мс / < 15 мс

**Примечание** Установите режим постоянного / переменного тока в соответствии с используемым напряжением в Easergy Pro.

**Таблица 9.4: Контакт отключения, Tx**

Количество контактов	Модель P3U30-xxxxxBxx: 7 Модель P3U20-xxxxxAxx: 4
Номинальное напряжение	250 V ac/dc
Ток в постоянном режиме	5 A
Минимальный ток включения	100 mA в 24 Vdc
Типичное время срабатывания	≤8 ms
Перегрузка, 0,5 с	30 A
Перегрузка, 3 с	15 A
Отключающая способность, пер.ток	2 000 VA
Отключающая способность, пост.ток (L/R = 40ms)	
в 48 V dc:	1,15 A
в 110 V dc:	0,5 A
при 220 V dc:	0,25 A
Материал контактов	
	AgNi 90/10

**Таблица 9.5: Signal contact, A1**

Количество контактов:	1
Номинальное напряжение	250 V ac/dc
Ток в постоянном режиме	5 A
Минимальный ток включения	100 mA at 24 V ac/dc
Перегрузка, 0,5 с	30 A
Перегрузка, 3 с	15 A
Отключающая способность, пер.ток	2 000 VA
Отключающая способность, пост.ток (L/R = 40ms)	
в 48 V dc:	1 A
в 110 V dc:	0,3 A
при 220 V dc:	0.15 A
Материал контактов	
	AgNi 0.15 позолоченный

**Таблица 9.6: Сигнальный контакт, SF**

Количество контактов:	1
Номинальное напряжение	250 V ac/dc
Ток в постоянном режиме	5 A
Отключающая способность, пер.ток	2 000 BA
Минимальный ток включения	100 mA @ 24 В переменного/постоянного тока
Отключающая способность, пост.ток (L/R = 40ms)	
в 48 V dc:	1 A
в 110 V dc:	0,3 A
в 220 V dc:	0.15 A
Материал контактов	AgNi 0.15 позолоченный

**Таблица 9.7: Момент затяжки клеммы**

Характеристики клеммы	X1	X2	X3	X4	X5
<b>Клеммная колодка для штырьевых наконечников</b>					
Сечение провода, мм <sup>2</sup> (AWG)	6 (10)	2,5 (13 - 14)	2,5 (13 - 14)	2,5 (13 - 14)	2,5 (13 - 14)
Максимальный крутящий момент затяжки винта Nm (lb-in)	0,8 (7)	0,5 - 0,6 (4,4 - 5,3)			
Максимальный крутящий момент затяжки разъема Nm (lb-in)	1 (8,5)	0,34 (3)	0,34 (3)	0,34 (3)	0,34 (3)
Тип провода	Одножильный или многожильный провод с изолированным обжимным наконечником				
<b>Клеммная колодка для кольцевых наконечников</b>					
Ширина кольца (мм) и размер винта	10.0, M4				
Максимальное сечение провода, если оно непосредственно установлено под винтом, мм <sup>2</sup> (AWG)	2,5 (14)				
Максимальный крутящий момент затяжки винта Nm (lb-in)	1.5 Nm (13)				
Максимальный момент затяжки винта Nm (lb-in)	1,4 (12)				
Тип провода	Одножильный или многожильный провод с изолированным обжимным наконечником				

**Таблица 9.8: Последовательный порт связи**

Количество физических портов	0 - 1 на задней панели (опция, внешний модуль)
Электрическое подключение	RS-232 ((опция, IRIG-B включен в состав) RS-485 (опция) Profibus ((опция, внешний модуль) Оптоволоконный разъем (опция, внешний модуль)
Протоколы	Modbus, ведущий (master) Modbus, ведомый (slave) Spabus, ведомый IEC 60870-5-103 IEC 61870-5-101 Profibus DP DNP 3.0 IRIG-B

**Таблица 9.9: Порт связи Ethernet**

Количество портов	0 или 2 на задней панели (опция)
Электрическое подключение	RJ-45 100 МБ/с (опция)
Протоколы	IEC 61850 Modbus TCP/IP DNP 3.0 Ethernet IP IEC 61870-5-101

**Таблица 9.10: Опто-волоконный порт связи**

Количество портов	0 или 2 на задней панели (опция)
Тип соединения	LC 100Mbps
Оптические характеристики:	Работает с многомодовым волокном 62,5 / 125 мкм и 50/125 мкм Средняя длина волны: 1300 нм Выходная оптическая мощность: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Оптическое волокно: 62,5 / 125 мкм, NA = 0,275 23,0 дБм</li> <li>• Оптическое волокно: 50/125 мкм, NA = 0,20 26,0 дБм</li> </ul> Входная оптическая мощность: -31 дБм
Протоколы	IEC 61850 Modbus TCP DNP 3.0 Ethernet IP IEC 61870-5-101

Таблица 9.11: Измерительные цепи

<b>Входы фазного тока</b> Номинальный фазный ток - Диапазон измерения тока - Термостойкость  - Нагрузка - Импеданс	5 А (доступно для конфигурирования вторичных токов 1–10 А) 0.05–250 А 20 А (непрерывно) 100 А (для 10 с) 500 А (для 1 с) 1250 А (для 10 мс) 0,075 ВА 0,003 Ом
<b>I<sub>0</sub> вход (5 А)</b> Номинальный ток замыкание на землю - Диапазон измерения тока - Термостойкость  - Нагрузка - Импеданс	5 А (доступно для конфигурирования вторичных токов 0.1–10 А) 0.015–50 А 20 А (непрерывно) 100 А (для 10 с) 500 А (для 1 с) 0,075 ВА 0,003 Ом
<b>I<sub>0</sub> вход (1 А)</b> Номинальный ток замыкание на землю - Диапазон измерения тока - Термостойкость  - Нагрузка - Импеданс	1 А (доступно для конфигурирования вторичных токов 0.1–10.0 А) 0.003–10 А 4 А (непрерывно) 20 А (для 10 с) 100 А (для 1 с) 0,02 ВА 0,02 Ом
<b>I<sub>0</sub> вход (0,2 А)</b> Номинальный ток замыкание на землю - Диапазон измерения тока - Термостойкость  - Нагрузка - Импеданс	0.2 А (доступно для конфигурирования вторичных токов 0.1–10.0 А) 0.0006–2 А 0,8 А (непрерывно) 4 А (для 10 с) 20 А (для 1 с) 0,02 ВА 0,02 Ом
<b>Входы напряжения</b> Номинальное напряжение U <sub>N</sub> - диапазон измерения напряжение - Термостойкость ● длительно ● 10 с. - Нагрузка	100 В (доступно для вторичного напряжения ТН 50–250 V) 0.5–190 В (100 В/ 110 В)  250 V 600 В < 0.5 VA
<b>Частота</b> Номинальная частота f <sub>N</sub> Диапазон измерения	45–65 Гц (диапазон работы защиты с мин. погрешностью) 16–95 Гц < 44 Гц/ > 66 Гц (работа других защита не устойчива, за исключением частотной защиты)

## 9.5.5 Внешние опциональные модули

### 9.5.5.1 Оптоволоконный интерфейсный модуль VSE-001

#### **⚠ Опасно**

##### **ОПАСНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ ТРАВМ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ, ВЗРЫВА ИЛИ ВСПЫШКИ ДУГИ**

- Монтаж оборудования разрешается выполнять только квалифицированным специалистам.
- Перед выполнением любых работ с оборудованием отсоедините его от всех источников электропитания.
- В первую очередь подключите к устройству защитное и функциональное заземление до подачи питания на устройство.

**Невыполнение этих инструкций может привести к смерти или тяжелым травмам.**

Внешний волоконно-оптический модуль VSE-001 используется для подключения реле к оптоволоконному контуру или оптоволоконной звезде. Существует четыре различных типа последовательных опто-волоконных модулей:

- VSE001PP (пластик - пластик)
- VSE001GG (стекло - стекло)

Модули обеспечивают последовательную линию связи до 1 км (0,62 мили) с VSE 001 GG. С модулем последовательного волоконного интерфейса можно использовать следующие последовательные протоколы:

- Никакой
- IEC-103
- Modbus ведомый
- SpaBus

Питание для модуля берется из разъема RS-232 Easergy Sepam P3U10, P3U20 and P3U30 или от внешнего интерфейса электропитания.

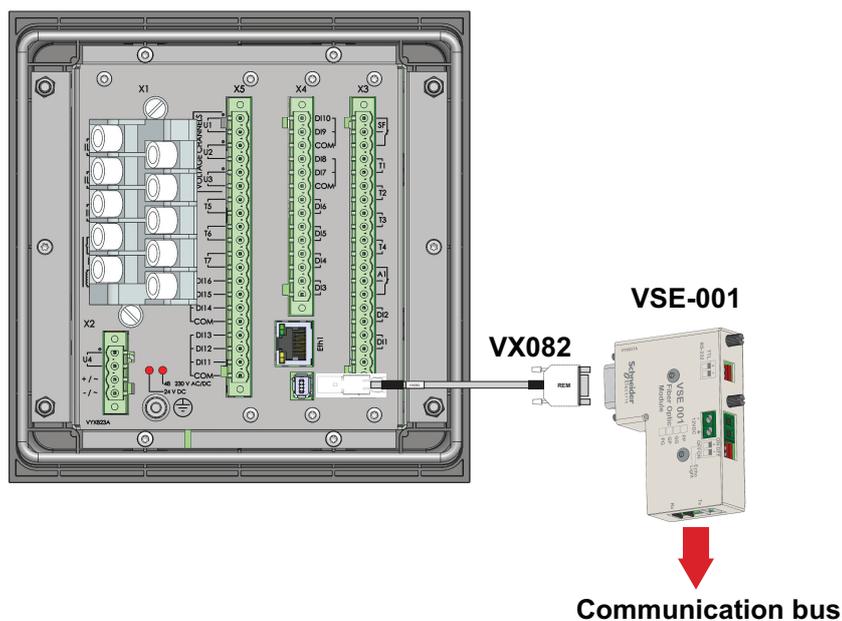


Рисунок 9.7: Модуль VSE-001 подключает к реле последовательный интерфейс. Модуль подключается к последовательному порту RS-232 с помощью кабеля VX082 или VX083. Примерный рисунок связан с VX082.

### Интерфейс модуля к реле

Физический интерфейс VSE-001 - 9-контактный D-разъем. Уровень сигнала RS-232.

**Примечание** Руководство по продукту VSE-001 можно найти на нашем веб-сайте.

## 9.5.5.2

## Интерфейсный модуль RS-485 VSE-002

**⚠ Опасно****ОПАСНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ ТРАВМ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ, ВЗРЫВА ИЛИ ВСПЫШКИ ДУГИ**

- Монтаж оборудования разрешается выполнять только квалифицированным специалистам.
- Перед выполнением любых работ с оборудованием отсоедините его от всех источников электропитания.
- В первую очередь подключите к устройству защитное и функциональное заземление до подачи питания на устройство.

**Невыполнение этих инструкций может привести к смерти или тяжелым травмам.**

Внешний модуль RS-485 VSE-002 (VSE002) используется для подключения реле защиты Easergy Sepam P3 к шине RS-485. При использовании последовательного интерфейса RS-485 могут использоваться следующие последовательные протоколы:

- Никакой
- IEC-103
- ModbusSlv
- SpaBus

Питание для модуля берется из разъема RS-232 Easergy Sepam P3U10, P3U20 and P3U30 или от внешнего интерфейса электропитания.

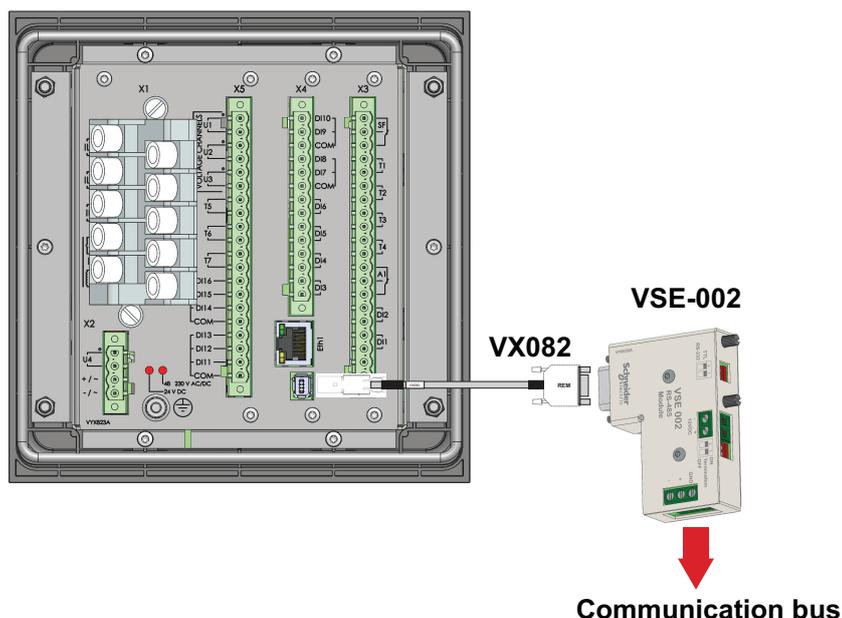


Рисунок 9.8: Модуль VSE-002 подключает к реле последовательный интерфейс RS-485. Модуль подключается к последовательному порту RS-232 с помощью кабеля VX082 или VX083. Пример на рисунке связи с VX082.

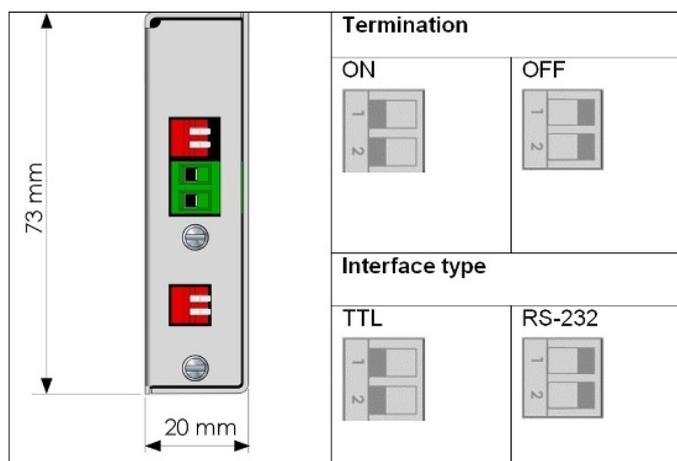
### Интерфейс модуля к реле

Физический интерфейс VSE-002 представляет собой 9-контактный D-разъем. Уровень сигнала RS-232 и, следовательно, тип интерфейса для модуля должен быть выбран как **RS-232**.

Возможно подключение нескольких реле в цепочке. «Завершение» должно быть выбрано как для последнего устройства в цепочке. То же самое относится, когда используется только один блок.

VSE-002 работает с реле в режиме RS-232. Поэтому «тип интерфейса» должен быть выбран как RS-232.

Номер контактного штырька	Режим TTL	Режим RS-232
1	-	-
2	RXD (вх)	RXD (вх)
3	TXD (вых)	TXD (вых)
4	RTS (вх)	RTS (вх)
5		
6		
7	ЗЕМЛЯ	ЗЕМЛЯ
8		
9	+8 В (вх)	+8 В (вх)



## 9.5.5.3

## Интерфейсный модуль VSE-009 DeviceNet

**⚠ Опасно****ОПАСНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ ТРАВМ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ, ВЗРЫВА ИЛИ ВСПЫШКИ ДУГИ**

- Монтаж оборудования разрешается выполнять только квалифицированным специалистам.
- Перед выполнением любых работ с оборудованием отсоедините его от всех источников электропитания.
- В первую очередь подключите к устройству защитное и функциональное заземление до подачи питания на устройство.

**Невыполнение этих инструкций может привести к смерти или тяжелым травмам.**

VSE-009 (VSE009) - это интерфейсный модуль DeviceNet для Easergy Sepam P3U10, P3U20 and P3U30. Реле может быть подключено к сети с использованием DeviceNet в качестве протокола. VSE-009 подключается к D-разъему RS-232 на задней панели реле. С интерфейсом модуля DeviceNet можно использовать следующие протоколы:

- Никакой
- DeviceNet

Требуется внешний источник питания 24 В постоянного тока.

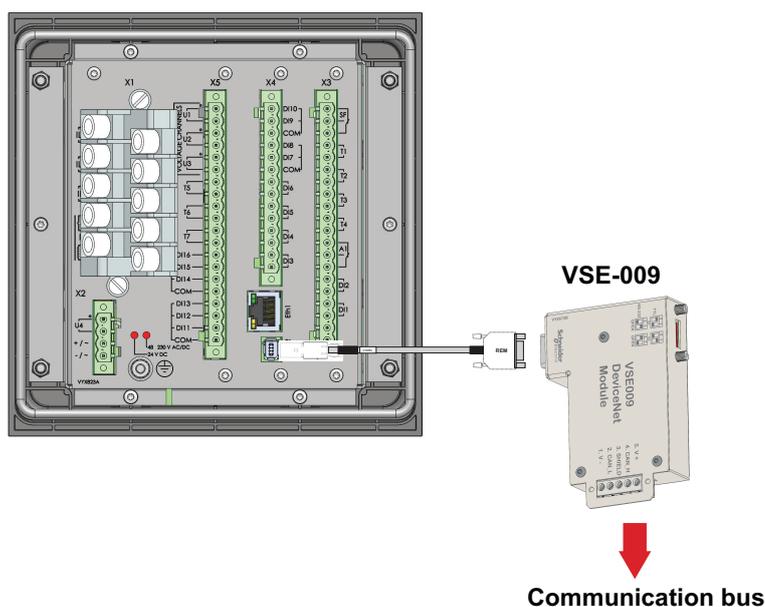


Рисунок 9.9: Модуль VSE-009 подключает к сети интерфейс DeviceNet. Модуль подключается к последовательному порту RS-232.

## 9.5.5.4

## Интерфейсный модуль VPA-3CG profibus

**⚠ Опасно****ОПАСНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ ТРАВМ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ, ВЗРЫВА ИЛИ ВСПЫШКИ ДУГИ**

- Монтаж оборудования разрешается выполнять только квалифицированным специалистам.
- Перед выполнением любых работ с оборудованием отсоедините его от всех источников электропитания.
- В первую очередь подключите к устройству защитное и функциональное заземление до подачи питания на устройство.

**Невыполнение этих инструкций может привести к смерти или тяжелым травмам.**

Easergy Sepam P3U10, P3U20 and P3U30 могут быть подключены к Profibus DP с помощью внешнего интерфейса Profibus VPA-3CG (VPA3CG). Затем реле можно контролировать из хост системы. VPA-3CG подключается к разъему RS-232 на задней панели реле с помощью кабеля VX-084 (VX084). В интерфейсном модуле Profibus можно использовать следующие протоколы:

- Никакой
- ProfibusDP

Питание модуля взято из внешнего интерфейса электропитания.

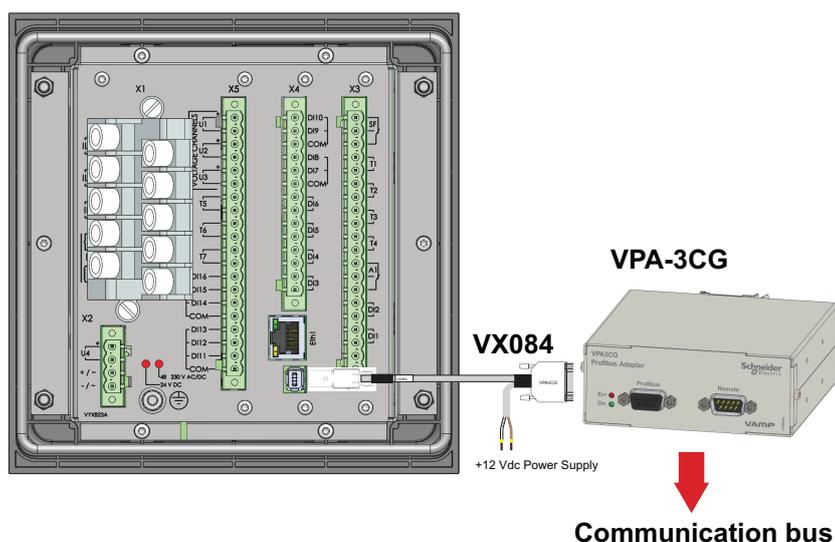


Рисунок 9.10: Модуль VPA-3CG подключает к реле реле Profibus. Модуль подключается к последовательному порту RS-232 через кабель VX-084 cable.

**Интерфейс модуля к реле**

Физический интерфейс интерфейсного модуля Profibus VPA-3CG представляет собой 9-контактный D-разъем.

Приборы Profibus включаются в структуру шины. В один сегмент можно подключать до 32 станций (ведущих или ведомых). Шина завершается активной оконечной нагрузкой шины в начале и конце каждого сегмента. Когда используется более 32-х станций, необходимо использовать повторители (или усилители) для подключения отдельных сегментов шины.

Максимальная длина кабеля зависит от скорости передачи и типа кабеля. Указанную длину кабеля можно увеличить с помощью повторителей. Использование более 3 повторителей в серии не рекомендуется.

Отдельное руководство по продукту VPA-3CG можно найти на нашем веб-сайте.

### 9.5.5.5

#### **VIO 12A RTD и аналоговые модули ввода / вывода**

Модули ввода / вывода VIO 12A могут быть подключены к SEPAM P3U20 и P3U30 с использованием соединения RS-485 в интерфейсных модулях. В качестве альтернативы модули ввода / вывода VIO 12A могут быть подключены к SEPAM P3U20 и P3U30 с использованием соединения RS-232. Если используется соединение RS-232, необходим отдельный соединительный кабель VX082 или VX083 и дополнительный модуль VSE001 или VSE002.

Имеется отдельное руководство по продукту VIO 12A.

## 9.5.6 блок-схемы

Состояние контактов выходных реле показано при условии, что питание на реле подано, но не активированы элементы защиты и управления.

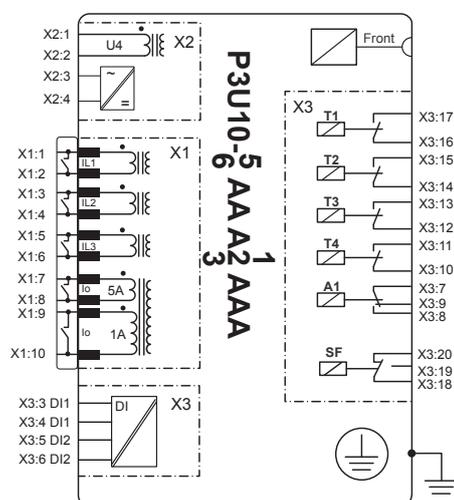


Рисунок 9.11: P3U10 5AA A1AAA блок-схема

### **⚠ Опасно**

**ОПАСНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ ТРАВМ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ, ВЗРЫВА ИЛИ ВСПЫШКИ ДУГИ**

Подключите защитное заземление реле к функциональному заземлению в соответствии с схемами соединений, представленными в этом документе.

**Несоблюдение этой инструкции приведет к смерти или серьезной травме.**

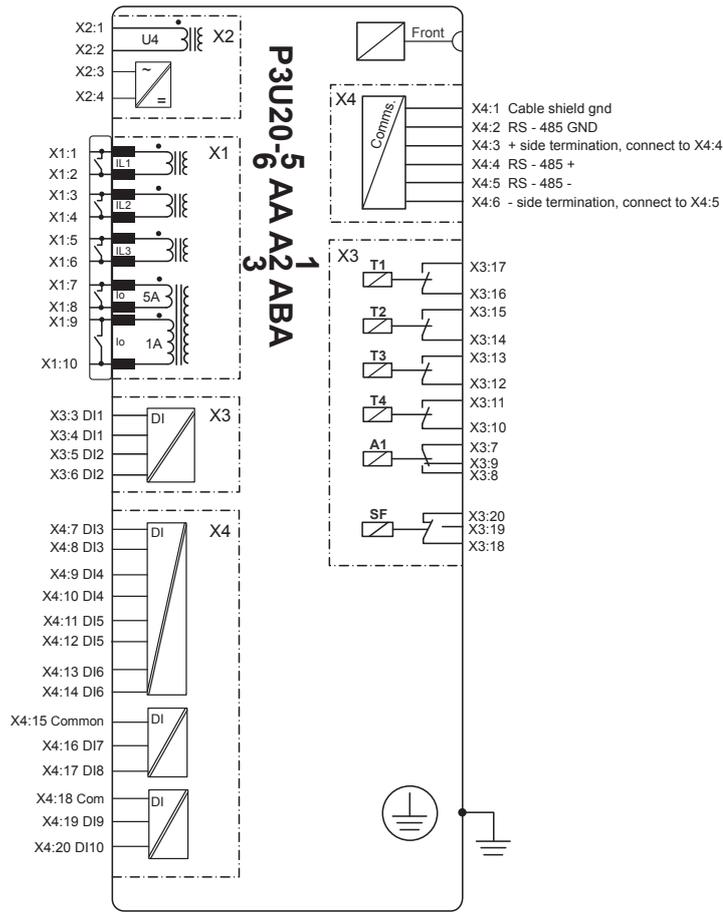


Рисунок 9.12: P3U20 5AA A1ABA блок-схема

**⚠ Опасно**

**ОПАСНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ ТРАВМ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ, ВЗРЫВА ИЛИ ВСПЫШКИ ДУГИ**

Подключите защитное заземление реле к функциональному заземлению в соответствии с схемами соединений, представленными в этом документе.

**Несоблюдение этой инструкции приведет к смерти или серьезной травме.**

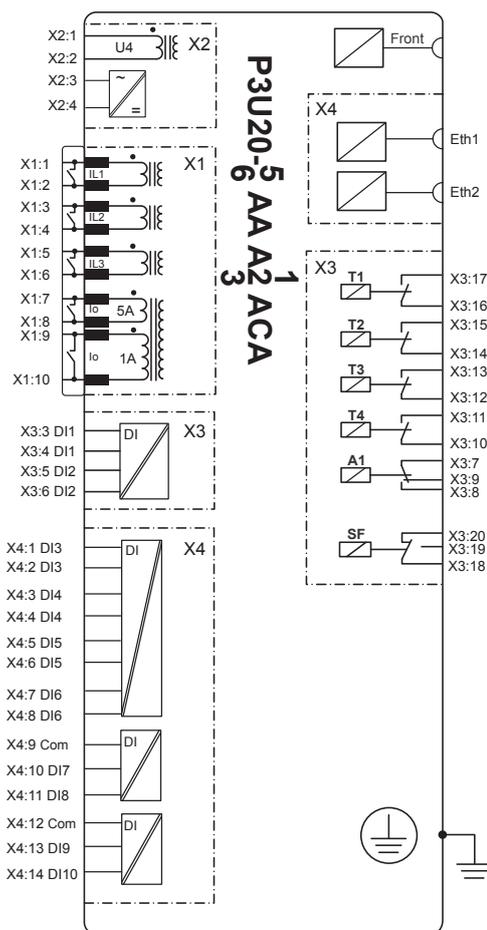


Рисунок 9.13: P3U20 5AA A1ACA блок-схема

**⚠ Опасно**

**ОПАСНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ ТРАВМ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ, ВЗРЫВА ИЛИ ВСПЫШКИ ДУГИ**

Подключите защитное заземление реле к функциональному заземлению в соответствии с схемами соединений, представленными в этом документе.

**Несоблюдение этой инструкции приведет к смерти или серьезной травме.**

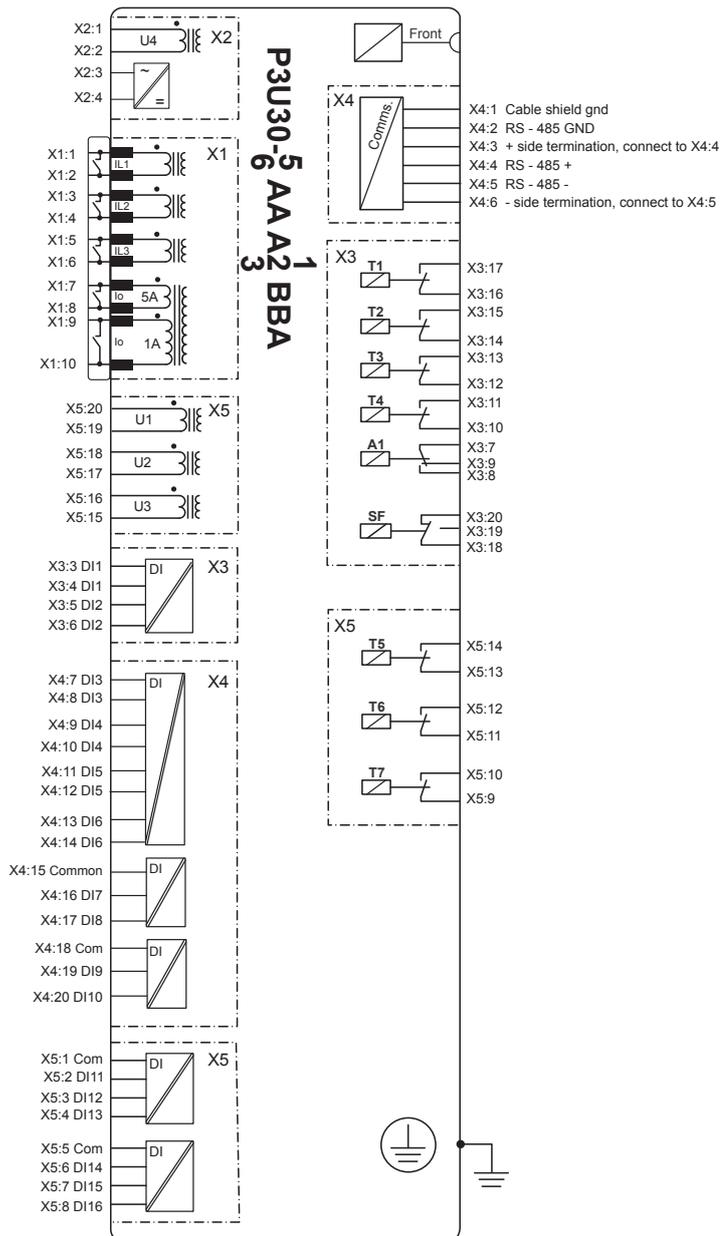


Рисунок 9.14: P3U30 5AA A1BVA блок-схема

**⚠ Опасно**

**ОПАСНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ ТРАВМ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ, ВЗРЫВА ИЛИ ВСПЫШКИ ДУГИ**

Подключите защитное заземление реле к функциональному заземлению в соответствии с схемами соединений, представленными в этом документе.

**Несоблюдение этой инструкции приведет к смерти или серьезной травме.**

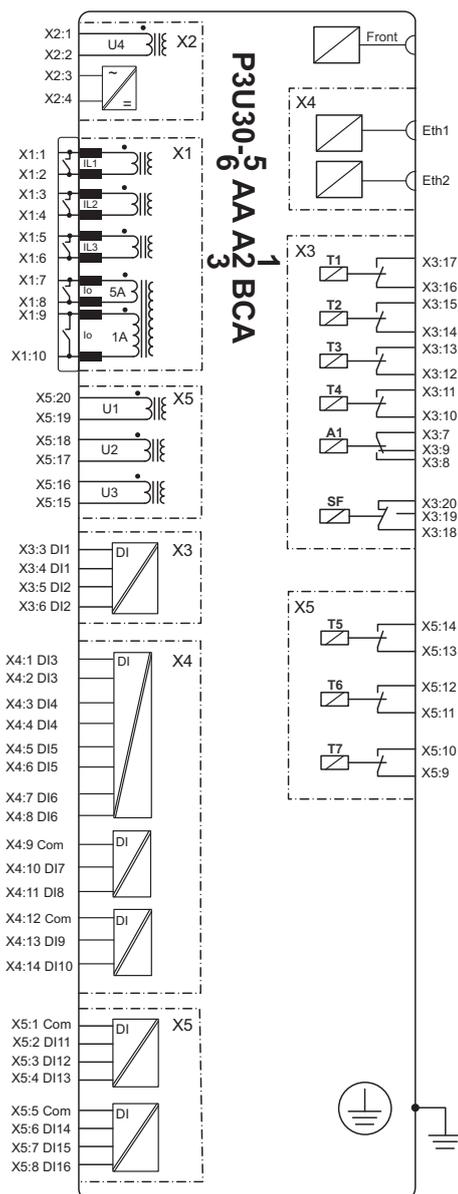


Рисунок 9.15: P3U30 5AA A1BCA блок-схема

**⚠ Опасно**

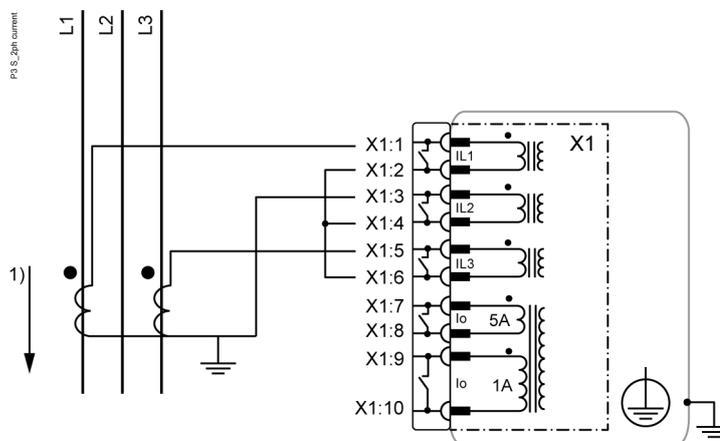
**ОПАСНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ ТРАВМ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ, ВЗРЫВА ИЛИ ВСПЫШКИ ДУГИ**

Подключите защитное заземление реле к функциональному заземлению в соответствии с схемами соединений, представленными в этом документе.

**Несоблюдение этой инструкции приведет к смерти или серьезной травме.**

## 9.5.7 Примеры подключения

### Измерение двухфазного тока



1) Положительное направление тока ТТ

Рисунок 9.16: Измерение двухфазного тока

Применения и ограничения:

- применимо только для защиты от токов короткого замыкания
- должно использоваться только в трехпроводных системах
- исходное предположение  $I_1 + I_2 + I_3 = 0$ . Алгоритм измерения  $-I_2 = I_1 + I_3$
- расчет тока замыкания на землю невозможен
- обрыв проводника, расчет сверхтока обратной последовательности и неправильного чередования фаз невозможен

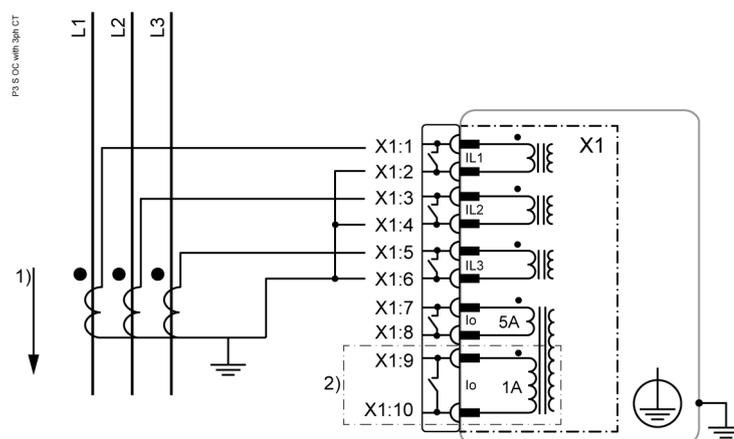
### **⚠ Опасно**

#### **ОПАСНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ ТРАВМ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ, ВЗРЫВА ИЛИ ВСПЫШКИ ДУГИ**

- Строго соблюдайте полярность подключения трансформаторов тока и / или трансформаторов напряжения и их вторичного заземления в соответствии с схемами соединений, представленными в этом документе.
- Подключите защитное заземление реле к функциональному заземлению в соответствии с схемами соединений, представленными в этом документе.

**Несоблюдение этой инструкции приведет к смерти или серьезной травме.**

## Трехфазное измерение тока



- 1) Положительное направление тока ТТ
- 2) Использовать вход тока замыкания на землю 5А или 1А

Рисунок 9.17: Трехфазное измерение тока

Применения и ограничения:

- все типы трехфазных сетей
- все функции защит, использующие ток, доступны
- ток замыкания на землю может быть рассчитан в реле

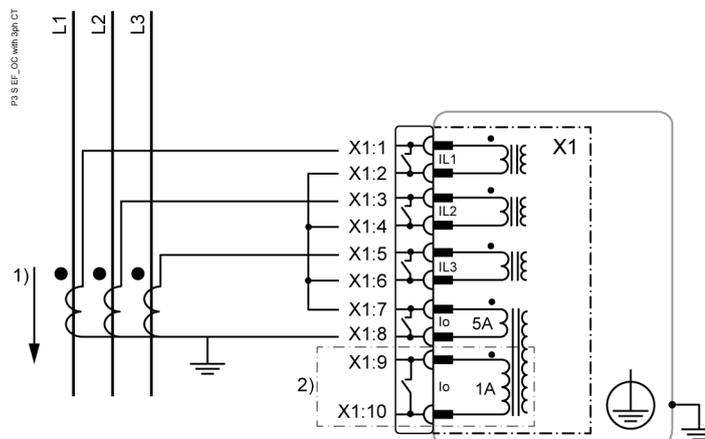
## ⚠ Опасно

### ОПАСНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ ТРАВМ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ, ВЗРЫВА ИЛИ ВСПЫШКИ ДУГИ

- Строго соблюдайте полярность подключения трансформаторов тока и / или трансформаторов напряжения и их вторичного заземления в соответствии с схемами соединений, представленными в этом документе.
- Подключите защитное заземление реле к функциональному заземлению в соответствии с схемами соединений, представленными в этом документе.

**Несоблюдение этой инструкции приведет к смерти или серьезной травме.**

### Трехфазное измерение тока и суммирование тока замыкания на землю



- 1) Положительное направление тока ТТ
- 2) Использовать вход тока замыкания на землю 5А или 1А

Рисунок 9.18: Трехфазное измерение тока и суммирование тока замыкания на землю

#### Применения и ограничения:

- все типы трехфазных сетей
- различие характеристик трансформаторов тока является причиной погрешности измерения тока замыкания на землю и ограничения чувствительности
- разные уровни насыщения трансформаторов тока является причиной погрешности измерения тока замыкания на землю и ограничения чувствительности
- преимущество: ток замыкания на землю может отображаться на осциллограммах

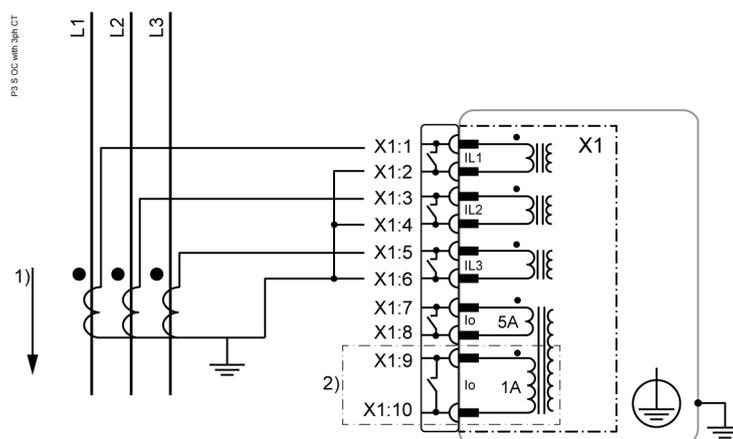
## ⚠ Опасно

### ОПАСНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ ТРАВМ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ, ВЗРЫВА ИЛИ ВСПЫШКИ ДУГИ

- Строго соблюдайте полярность подключения трансформаторов тока и / или трансформаторов напряжения и их вторичного заземления в соответствии с схемами соединений, представленными в этом документе.
- Подключите защитное заземление реле к функциональному заземлению в соответствии с схемами соединений, представленными в этом документе.

**Несоблюдение этой инструкции приведет к смерти или серьезной травме.**

### Расчет тока замыкания на землю по трем фазным токам



- 1) Положительное направление тока ТТ  
2) Не используется

Рисунок 9.19: Расчет тока замыкания на землю по трем фазным токам

#### Применения и ограничения:

- все типы трехфазных сетей
- различие характеристик трансформаторов тока является причиной погрешности измерения тока замыкания на землю и ограничения чувствительности
- разные уровни насыщения трансформаторов тока является причиной погрешности измерения тока замыкания на землю и ограничения чувствительности
- недостаток: ток замыкания на землю не может отображаться на осциллограммах

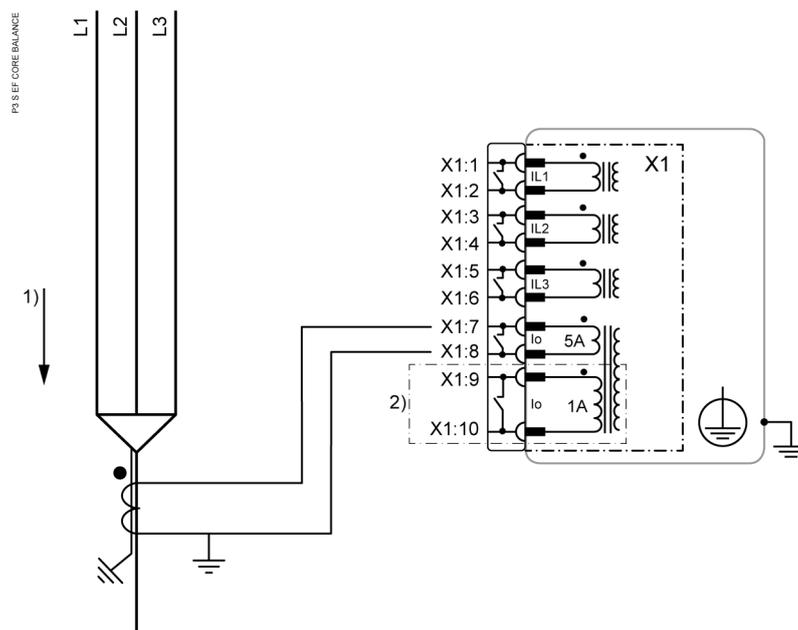
## ⚠ Опасно

### ОПАСНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ ТРАВМ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ, ВЗРЫВА ИЛИ ВСПЫШКИ ДУГИ

- Строго соблюдайте полярность подключения трансформаторов тока и / или трансформаторов напряжения и их вторичного заземления в соответствии с схемами соединений, представленными в этом документе.
- Подключите защитное заземление реле к функциональному заземлению в соответствии с схемами соединений, представленными в этом документе.

**Несоблюдение этой инструкции приведет к смерти или серьезной травме.**

### Измерение тока замыкания на землю трансформатором тока нулевой последовательности



- 1) Положительное направление тока ТТ
- 2) Использовать вход тока замыкания на землю 5А или 1А

Рисунок 9.20: Измерение тока замыкания на землю трансформатором тока нулевой последовательности

Применения и ограничения:

- предпочитаемое измерение тока замыкания на землю в трехфазных сетях
- хорошая чувствительность

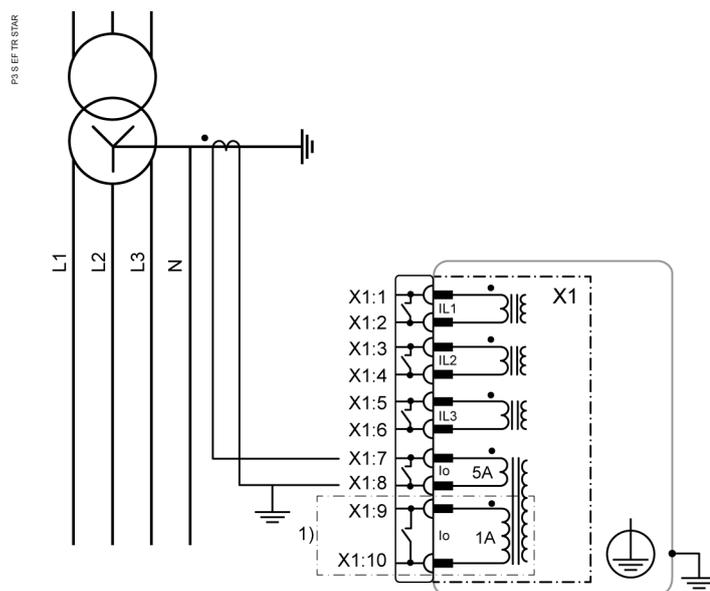
## ⚠ Опасно

### ОПАСНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ ТРАВМ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ, ВЗРЫВА ИЛИ ВСПЫШКИ ДУГИ

- Строго соблюдайте полярность подключения трансформаторов тока и / или трансформаторов напряжения и их вторичного заземления в соответствии с схемами соединений, представленными в этом документе.
- Подключите защитное заземление реле к функциональному заземлению в соответствии с схемами соединений, представленными в этом документе.

**Несоблюдение этой инструкции приведет к смерти или серьезной травме.**

## Ток замыкания на землю, измеренный в нейтрали



1) Использовать вход тока замыкания на землю 5A или 1A

Рисунок 9.21: Ток замыкания на землю, измеренный в нейтрали

Применения и ограничения:

- используется в сетях с TN-S системой заземления

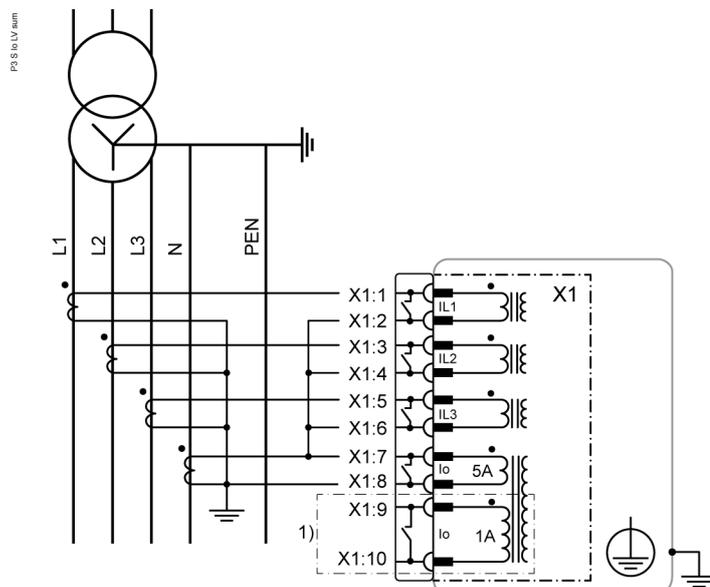
## ⚠ Опасно

### ОПАСНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ ТРАВМ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ, ВЗРЫВА ИЛИ ВСПЫШКИ ДУГИ

- Строго соблюдайте полярность подключения трансформаторов тока и / или трансформаторов напряжения и их вторичного заземления в соответствии с схемами соединений, представленными в этом документе.
- Подключите защитное заземление реле к функциональному заземлению в соответствии с схемами соединений, представленными в этом документе.

**Несоблюдение этой инструкции приведет к смерти или серьезной травме.**

**ток замыкания на землю, рассчитанный по сумме фазных токов и измерение тока замыкания на землю**



1) Использовать вход тока замыкания на землю 5A или 1A

*Рисунок 9.22: ток замыкания на землю, рассчитанный по сумме фазных токов и измерение тока замыкания на землю*

Применения и ограничения:

- используется в сетях с TN системой заземления

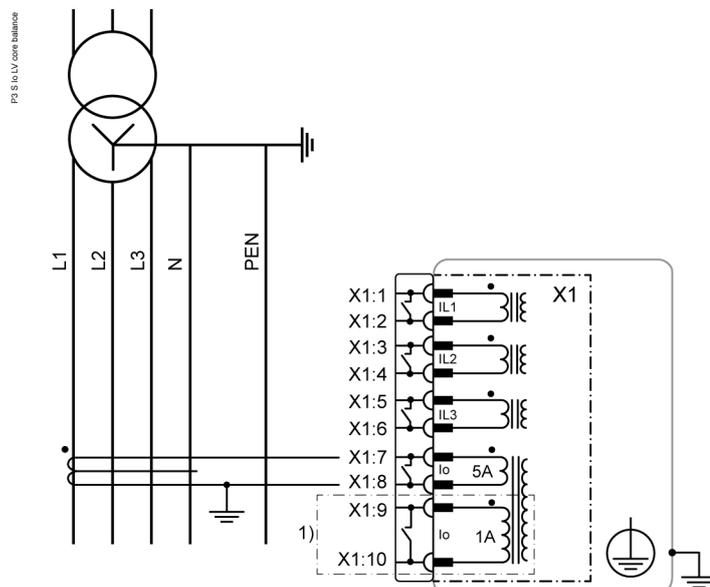
### **⚠ Опасно**

#### **ОПАСНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ ТРАВМ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ, ВЗРЫВА ИЛИ ВСПЫШКИ ДУГИ**

- Строго соблюдайте полярность подключения трансформаторов тока и / или трансформаторов напряжения и их вторичного заземления в соответствии с схемами соединений, представленными в этом документе.
- Подключите защитное заземление реле к функциональному заземлению в соответствии с схемами соединений, представленными в этом документе.

**Несоблюдение этой инструкции приведет к смерти или серьезной травме.**

### Измерение тока замыкания на землю трансформатором тока нулевой последовательности



1) Использовать вход тока замыкания на землю 5А или 1А

Рисунок 9.23: Измерение тока замыкания на землю трансформатором тока нулевой последовательности

Применения и ограничения:

- используется в сетях с ТТ системой заземления

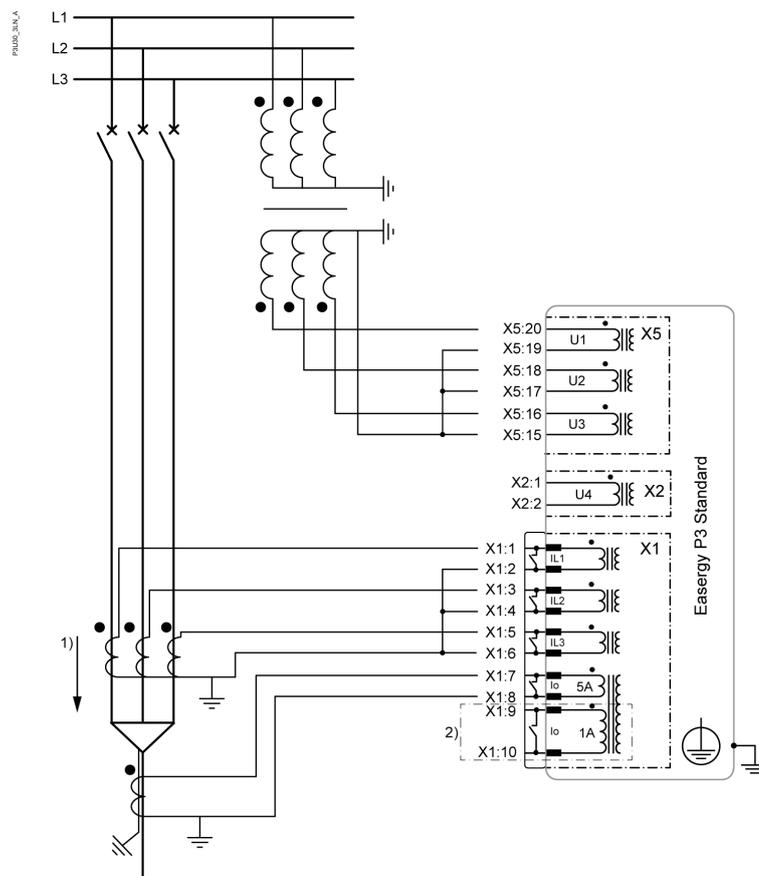
## ⚠ Опасно

### ОПАСНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ ТРАВМ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ, ВЗРЫВА ИЛИ ВСПЫШКИ ДУГИ

- Строго соблюдайте полярность подключения трансформаторов тока и / или трансформаторов напряжения и их вторичного заземления в соответствии с схемами соединений, представленными в этом документе.
- Подключите защитное заземление реле к функциональному заземлению в соответствии с схемами соединений, представленными в этом документе.

**Несоблюдение этой инструкции приведет к смерти или серьезной травме.**

### 3LN (фазных) напряжения + 3LN (фазных) токов + ток нулевой последовательности



1) Положительное направление тока ТТ, положительное направление энергии (принимаемое), отрицательное направление энергии (выдаваемое)

2) Использовать вход тока замыкания на землю 5А или 1А

*Рисунок 9.24: 3LN (фазных) напряжения + 3LN (фазных) токов + ток нулевой последовательности*

**Применения и ограничения:**

- применимо для всех типов трехфазных сетей
- предпочитаемое измерение тока замыкания на землю в трехфазных сетях
- обеспечивает хорошую чувствительность для О/Ф замыканий
- напряжение нулевой последовательности ( $U_0$ ), рассчитываемое в реле

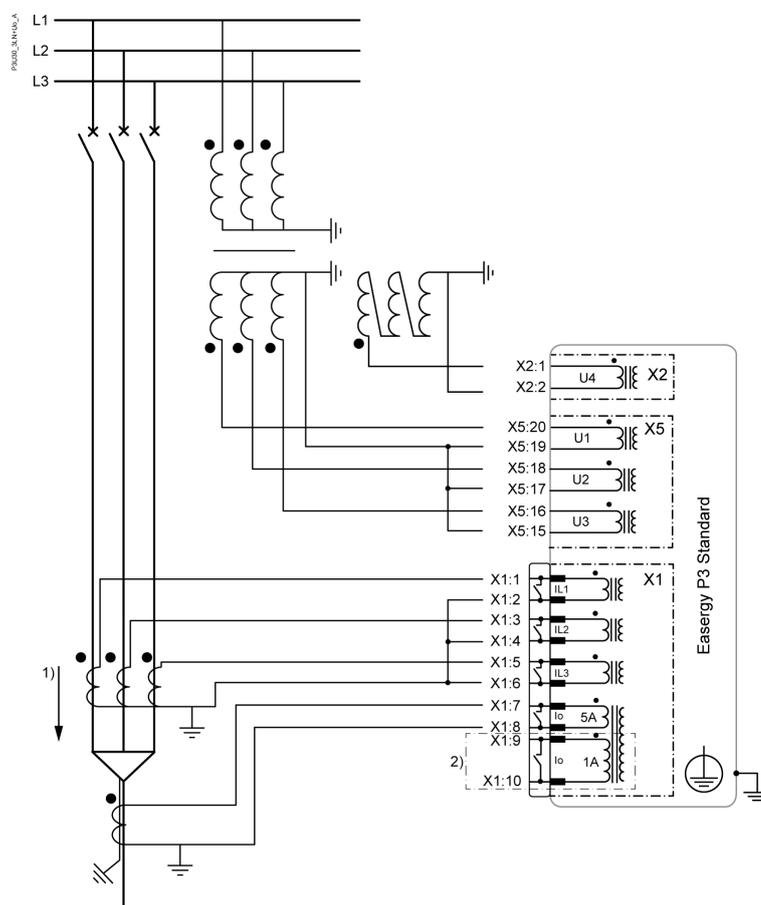
## ⚠ Опасно

### ОПАСНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ ТРАВМ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ, ВЗРЫВА ИЛИ ВСПЫШКИ ДУГИ

- Строго соблюдайте полярность подключения трансформаторов тока и / или трансформаторов напряжения и их вторичного заземления в соответствии с схемами соединений, представленными в этом документе.
- Подключите защитное заземление реле к функциональному заземлению в соответствии с схемами соединений, представленными в этом документе.

**Несоблюдение этой инструкции приведет к смерти или серьезной травме.**

### 3LN (фазных) напряжений + $U_0$ + 3LN (фазных) токов + ток нулевой последовательности



1) Положительное направление тока ТТ, положительное направление энергии (принимаемое), отрицательное направление энергии (выдаваемое)

2) Использовать вход тока замыкания на землю 5А или 1А

*Рисунок 9.25: 3LN (фазных) напряжений +  $U_0$  + 3LN (фазных) токов + ток нулевой последовательности*

#### Применения и ограничения:

- применимо для всех типов трехфазных сетей

- предпочитаемое измерение тока замыкания на землю в трехфазных сетях
- обеспечивает хорошую чувствительность для О/Ф замыканий

### **⚠ Опасно**

#### **ОПАСНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ ТРАВМ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ, ВЗРЫВА ИЛИ ВСПЫШКИ ДУГИ**

- Строго соблюдайте полярность подключения трансформаторов тока и / или трансформаторов напряжения и их вторичного заземления в соответствии с схемами соединений, представленными в этом документе.
- Подключите защитное заземление реле к функциональному заземлению в соответствии с схемами соединений, представленными в этом документе.

**Несоблюдение этой инструкции приведет к смерти или серьезной травме.**

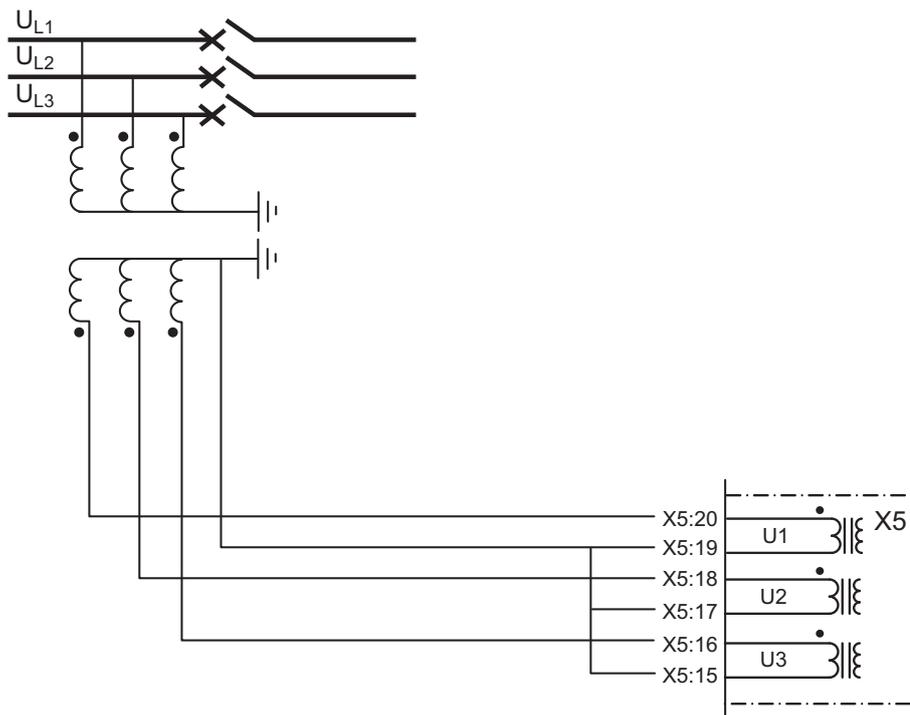
## 9.6 Режимы измерения напряжения

### Измерение напряжения нескольких каналов

Модель P3U30 имеет девять различных режимов измерения напряжения.

Таблица 9.12: Режимы измерения напряжения для P3U20 и P3U30

Клемма		X5					X2		
		20	19	18	17	16	15	1	2
Канал напряжения		U1		U2		U3		U4	
Режим/Используемое напряжение									
P3U30	3LN	U <sub>L1</sub>	U <sub>L2</sub>	U <sub>L3</sub>			-		
	3LN+U <sub>0</sub>						U <sub>0</sub>		
	3LN+LL <sub>y</sub>						LL <sub>y</sub>	U <sub>L3</sub>	
	3LN+LN <sub>y</sub>						LN <sub>y</sub>		
	2LL+U <sub>0</sub>	U <sub>12</sub>	U <sub>23</sub>			U <sub>0</sub>	-		
	2LL+U <sub>0</sub> +LL <sub>y</sub>					LL <sub>y</sub>	U <sub>0</sub>		
	2LL+U <sub>0</sub> +LN <sub>y</sub>					LN <sub>y</sub>			
	LL+U <sub>0</sub> +LL <sub>y</sub> +LL <sub>z</sub>			U <sub>12y</sub>		U <sub>12z</sub>			
	LN+U <sub>0</sub> +LN <sub>y</sub> +LN <sub>z</sub>	U <sub>L1</sub>	U <sub>L1y</sub>		U <sub>L1z</sub>				
P3U10 P3U20	U <sub>0</sub>							U <sub>0</sub>	
	U <sub>LN</sub>							U <sub>L1</sub>	
	U <sub>LL</sub>							U <sub>L1-2</sub>	



### 3LN

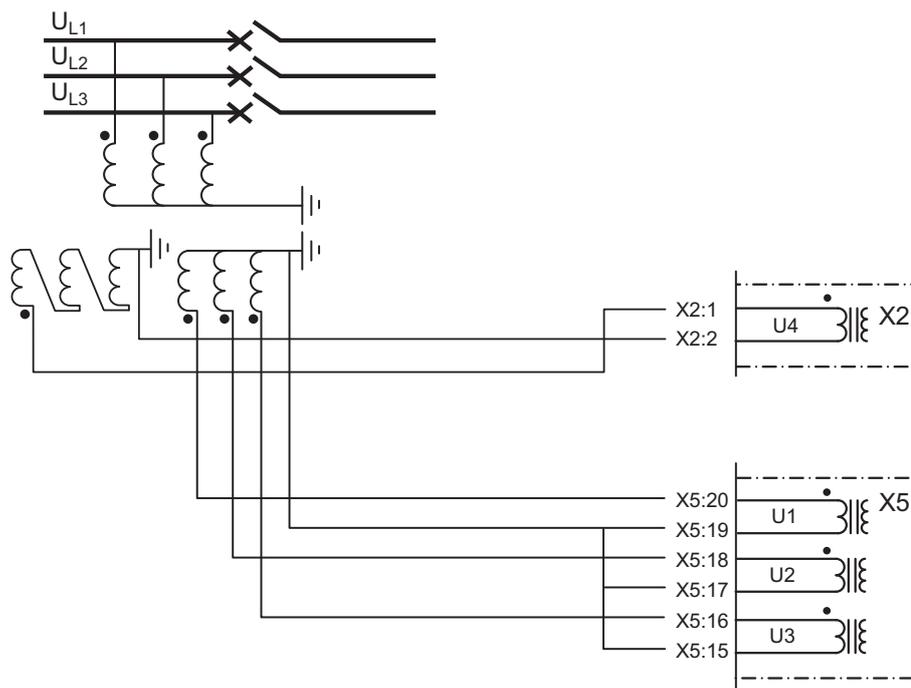
- Напряжения измеренные трансформаторами напряжения: UL1, UL2, UL3
- Вычисляемые значения: UL12, UL23, UL31,  $U_0$ , U1, U2, U2/U1, f
- Доступные измерения: Все
- Недоступные функции защиты: 67NI, 25

## ⚠ Опасно

### ОПАСНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ ТРАВМ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ, ВЗРЫВА ИЛИ ВСПЫШКИ ДУГИ

- Строго соблюдайте полярность подключения трансформаторов тока и / или трансформаторов напряжения и их вторичного заземления в соответствии с схемами соединений, представленными в этом документе.
- Подключите защитное заземление реле к функциональному заземлению в соответствии с схемами соединений, представленными в этом документе.

**Несоблюдение этой инструкции приведет к смерти или серьезной травме.**



### $3LN+U_0$

Эта схема соединений обычно используется для защиты фидера и электродвигателей.

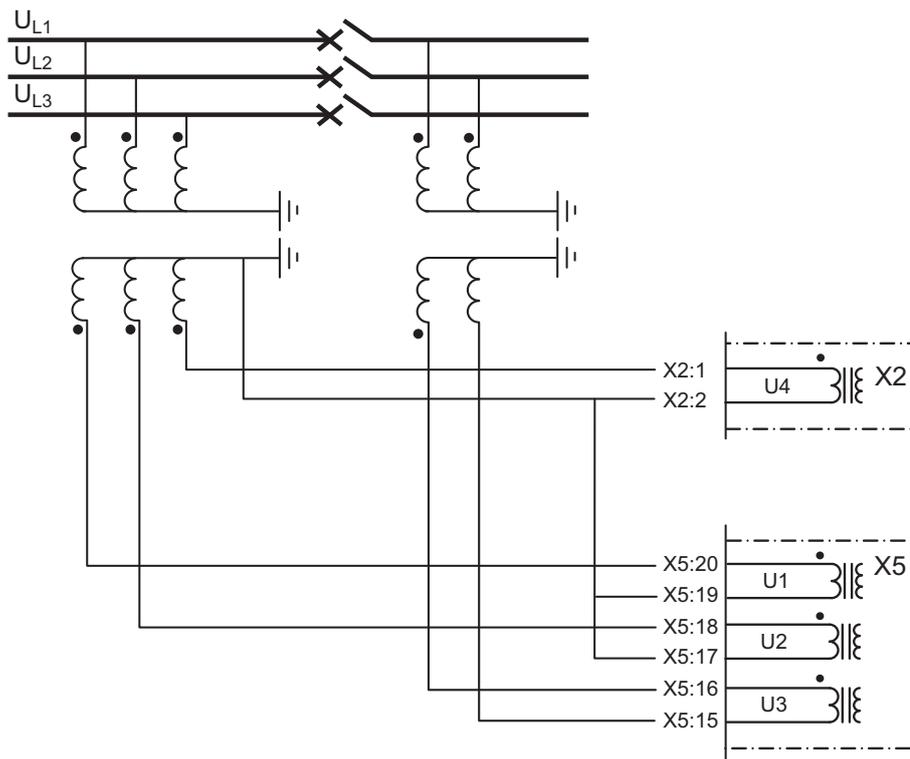
- Напряжения измеренные трансформаторами напряжения:  $U_{L1}$ ,  $U_{L2}$ ,  $U_{L3}$ ,  $U_0$
- Вычисляемые значения:  $U_{L12}$ ,  $U_{L23}$ ,  $U_{L31}$ ,  $U_1$ ,  $U_2$ ,  $U_2/U_1$ ,  $f$
- Доступные измерения: Все
- Недоступные функции защиты: 25

## **⚠ Опасно**

### **ОПАСНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ ТРАВМ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ, ВЗРЫВА ИЛИ ВСПЫШКИ ДУГИ**

- Строго соблюдайте полярность подключения трансформаторов тока и / или трансформаторов напряжения и их вторичного заземления в соответствии с схемами соединений, представленными в этом документе.
- Подключите защитное заземление реле к функциональному заземлению в соответствии с схемами соединений, представленными в этом документе.

**Несоблюдение этой инструкции приведет к смерти или серьезной травме.**



### 3LN+LLy

Схема подключения трансформаторов напряжения для контроля синхронизма. Для сравнения напряжений используется одно линейное напряжение смежной секции.

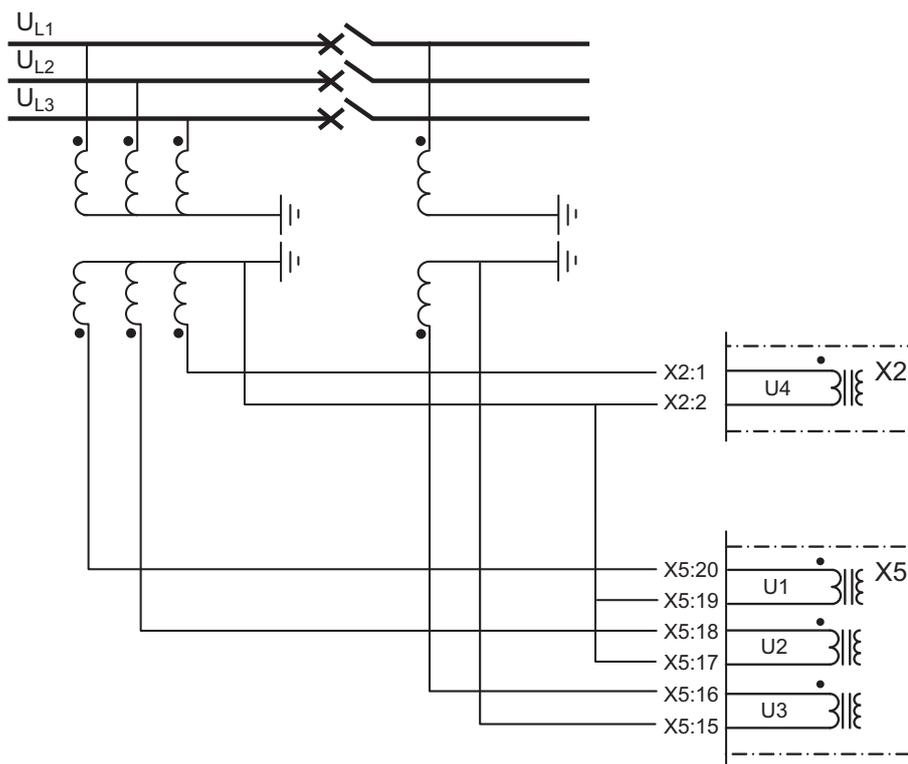
- Напряжения измеренные трансформаторами напряжения:  
UL1, UL2, UL3, UL12y
- Вычисляемые значения:  
UL12, UL23, UL31, U<sub>0</sub>, U1, U2, U2/U1, f
- Доступные измерения: Все
- Недоступные функции защиты: 67NI

## ⚠ Опасно

### ОПАСНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ ТРАВМ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ, ВЗРЫВА ИЛИ ВСПЫШКИ ДУГИ

- Строго соблюдайте полярность подключения трансформаторов тока и / или трансформаторов напряжения и их вторичного заземления в соответствии с схемами соединений, представленными в этом документе.
- Подключите защитное заземление реле к функциональному заземлению в соответствии с схемами соединений, представленными в этом документе.

**Несоблюдение этой инструкции приведет к смерти или серьезной травме.**



### 3LN+LNy

Это подключение обычно используется для схем защиты фидера, где требуются фазные напряжения для контроля синхронизма.

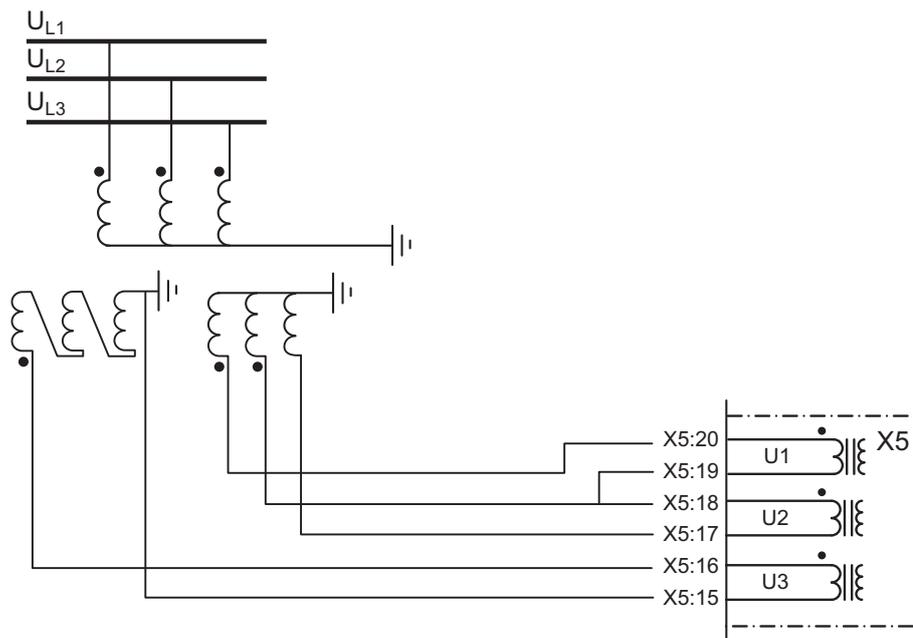
- Напряжения измеренные трансформаторами напряжения: UL1, UL2, UL3, UL1y
- Вычисляемые значения: UL12, UL23, UL31, U<sub>0</sub>, U1, U2, U2/U1, f
- Доступные измерения: Все
- Недоступные функции защиты: 67NI

## ⚠ Опасно

### ОПАСНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ ТРАВМ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ, ВЗРЫВА ИЛИ ВСПЫШКИ ДУГИ

- Строго соблюдайте полярность подключения трансформаторов тока и / или трансформаторов напряжения и их вторичного заземления в соответствии с схемами соединений, представленными в этом документе.
- Подключите защитное заземление реле к функциональному заземлению в соответствии с схемами соединений, представленными в этом документе.

**Несоблюдение этой инструкции приведет к смерти или серьезной травме.**



### 2LL+U<sub>0</sub>

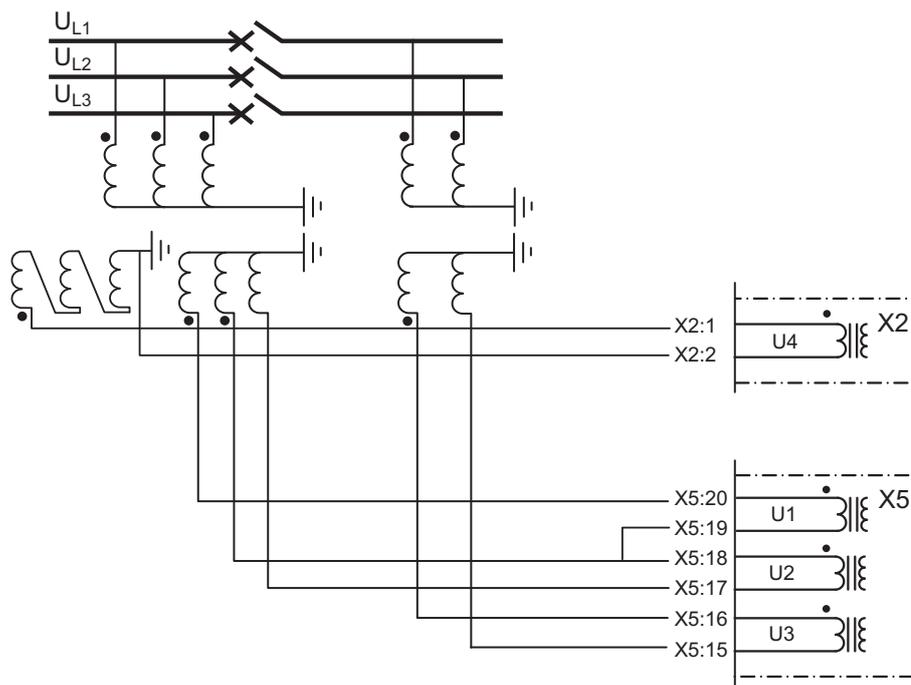
- Напряжения измеренные трансформаторами напряжения: UL12, UL23, U<sub>0</sub>
- Вычисляемые значения: UL1, UL2, UL3, U<sub>31</sub>, U1, U2, f
- Доступные измерения: Все
- Недоступные функции защиты: 25

## ⚠ Опасно

### ОПАСНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ ТРАВМ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ, ВЗРЫВА ИЛИ ВСПЫШКИ ДУГИ

- Строго соблюдайте полярность подключения трансформаторов тока и / или трансформаторов напряжения и их вторичного заземления в соответствии с схемами соединений, представленными в этом документе.
- Подключите защитное заземление реле к функциональному заземлению в соответствии с схемами соединений, представленными в этом документе.

**Несоблюдение этой инструкции приведет к смерти или серьезной травме.**



### $2LL+U_0+LLy$

Подключение двух линейных напряжений и напряжения нулевой последовательности. Для контроля синхронизма подключено линейное напряжение смежной секции.

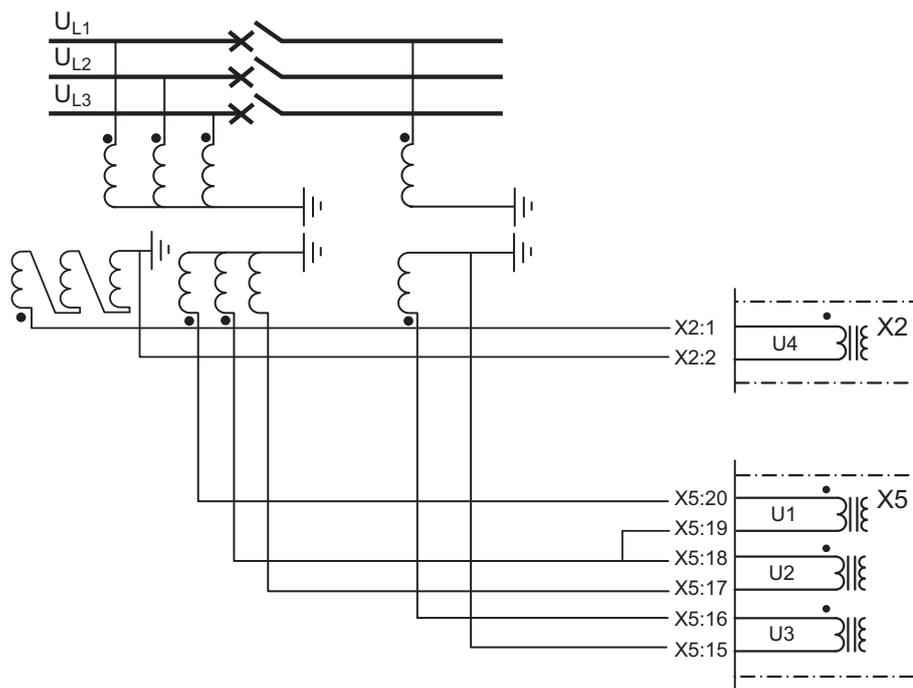
- Напряжения измеренные трансформаторами напряжения:  $UL_{12}$ ,  $UL_{23}$ ,  $U_0$ ,  $UL_{12y}$
- Вычисляемые значения:  $UL_{31}$ ,  $UL_1$ ,  $UL_2$ ,  $UL_3$ ,  $U_1$ ,  $U_2$ ,  $f$ ,  $f_y$
- Доступные измерения: Все
- Доступные функции защиты: Все

## **⚠ Опасно**

### **ОПАСНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ ТРАВМ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ, ВЗРЫВА ИЛИ ВСПЫШКИ ДУГИ**

- Строго соблюдайте полярность подключения трансформаторов тока и / или трансформаторов напряжения и их вторичного заземления в соответствии с схемами соединений, представленными в этом документе.
- Подключите защитное заземление реле к функциональному заземлению в соответствии с схемами соединений, представленными в этом документе.

**Несоблюдение этой инструкции приведет к смерти или серьезной травме.**



### 2LL+U<sub>0</sub>+LNy

Подключение двух линейных напряжений и напряжения нулевой последовательности. Для контроля синхронизма подключено фазное напряжение смежной секции.

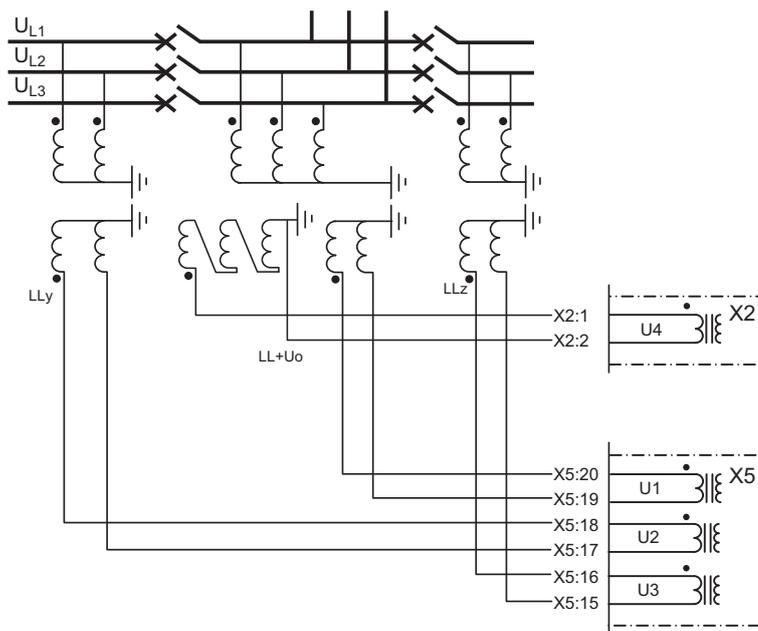
- Напряжения измеренные трансформаторами напряжения: UL12, UL23, U<sub>0</sub>, UL1y
- Вычисляемые значения: UL31, UL1, UL2, UL3, U1, U2, f, fy
- Доступные измерения: Все
- Доступные функции защиты: Все

## ⚠ Опасно

### ОПАСНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ ТРАВМ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ, ВЗРЫВА ИЛИ ВСПЫШКИ ДУГИ

- Строго соблюдайте полярность подключения трансформаторов тока и / или трансформаторов напряжения и их вторичного заземления в соответствии с схемами соединений, представленными в этом документе.
- Подключите защитное заземление реле к функциональному заземлению в соответствии с схемами соединений, представленными в этом документе.

**Несоблюдение этой инструкции приведет к смерти или серьезной травме.**



### LL+U<sub>0</sub>+LLy+LLz

В этой схеме два выключателя, требующих контроля синхронизма при включении. От левой и правой секции в реле подаются по одному линейному напряжению для функции контроля синхронизма. От средней секции в реле подается одно линейное напряжение и напряжение нулевой последовательности.

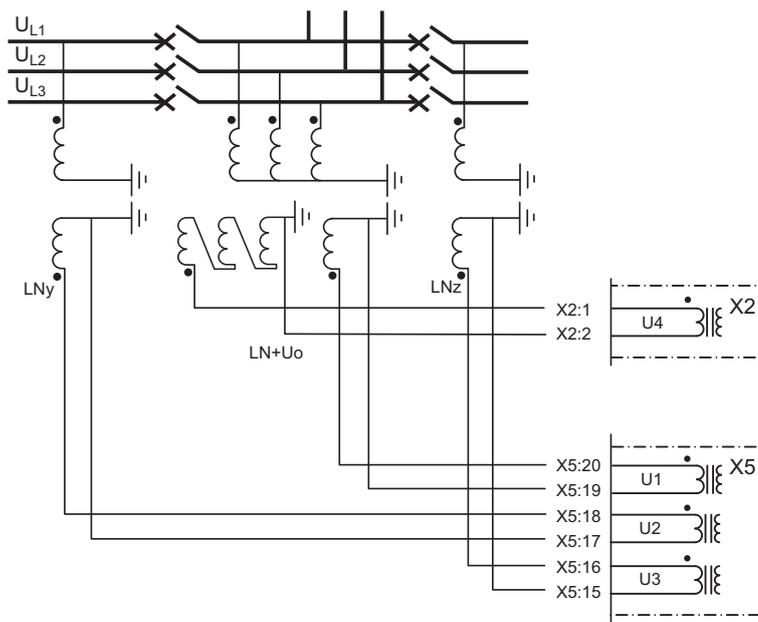
- Напряжения измеренные трансформаторами напряжения:  
UL12, U<sub>0</sub>, UL12y, UL12z
- Вычисляемые значения:  
UL1, UL2, UL3, U23, U31, f, fy, fz
- Доступные измерения: -
- Доступные защиты: Защита по одному линейному напряжению

## ⚠ Опасно

### ОПАСНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ ТРАВМ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ, ВЗРЫВА ИЛИ ВСПЫШКИ ДУГИ

- Строго соблюдайте полярность подключения трансформаторов тока и / или трансформаторов напряжения и их вторичного заземления в соответствии с схемами соединений, представленными в этом документе.
- Подключите защитное заземление реле к функциональному заземлению в соответствии с схемами соединений, представленными в этом документе.

**Несоблюдение этой инструкции приведет к смерти или серьезной травме.**



### $LN+U_0+LNy+LNz$

В этой схеме два выключателя, требующих контроля синхронизма при включении. От левой и правой секции в реле подаются по одному линейному напряжению для функции контроля синхронизма. От средней секции в реле подается одно фазное напряжение и напряжение нулевой последовательности.

- Напряжения измеренные трансформаторами напряжения:  
UL1, U<sub>0</sub>, UL1y, UL1z
- Вычисляемые значения:  
U12, U23, U31, UL2, UL3, f, fy, fz
- Доступные измерения: -
- Доступные защиты защиты: Защита по одному линейному напряжению

## **⚠ Опасно**

### **ОПАСНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ ТРАВМ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ, ВЗРЫВА ИЛИ ВСПЫШКИ ДУГИ**

- Строго соблюдайте полярность подключения трансформаторов тока и / или трансформаторов напряжения и их вторичного заземления в соответствии с схемами соединений, представленными в этом документе.
- Подключите защитное заземление реле к функциональному заземлению в соответствии с схемами соединений, представленными в этом документе.

**Несоблюдение этой инструкции приведет к смерти или серьезной травме.**

## 9.7 CSH120 и CSH200 ТТ (тор) нулевой последовательности

### Функция

Специально разработанные CSH120 и CSH200 торы предназначены для прямого измерения замыкание на землю. Разница между CSH120 и CSH200 - внутренний диаметр.

Благодаря их низковольтной изоляции их можно использовать только на кабелях.

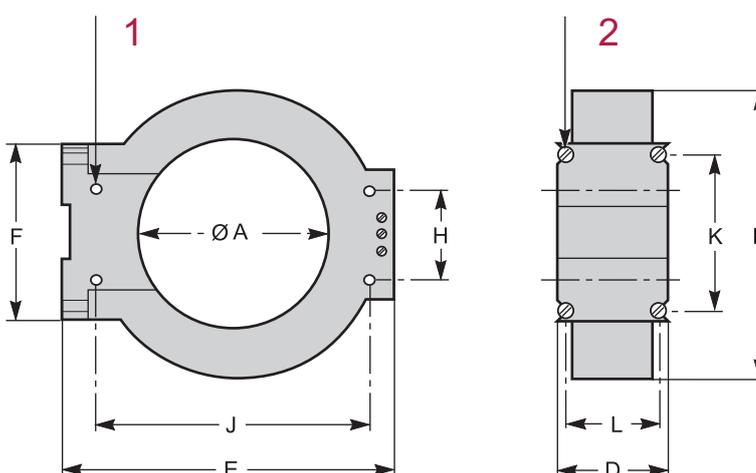
### Характеристики



Рисунок 9.26: CSH120 и CSH200 ТТ (тор) нулевой последовательности.

	CSH120	CSH200
Внутренний диаметр	120 mm (4.7 in)	200 mm (7.9 in)
Вес	0.6 kg (1.32 lb)	1.4 kg (3.09 lb)
Точность	±5% at 20°C (68°F)	
	±6% макс. from -25°C до 70°C (-13°F до +158°F)	
Коэффициент трансформации	1/470	
Максимально допустимый ток	20 kA - 1 s	
Рабочая Температура	-25°C до +70°C (-13°F до +158°F)	
Температура хранения	-40°C до +85°C (-40°F до +185°F)	

### Габаритные размеры



(1): 4 горизонтальные монтажные отверстия  $\varnothing 6$

(2): 4 вертикальные монтажные отверстия  $\varnothing 6$

Габаритные размеры	A	B	D	E	F	H	J	K	M
CSH120 (in)	120 (4,75)	164 (6,46)	44 (1,73)	190 (7,48)	80 (3,14)	40 (1,57)	166 (6,54)	65 (2,56)	35 (1,38)
CSH200 (in)	196 (7,72)	256 (10,1)	46 (1,81)	274 (10,8)	120 (4,72)	60 (2,36)	254 (10)	104 (4,09)	37 (1,46)

## ⚠ Опасно

### ОПАСНОСТЬ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ, И ОЖОГАМИ ОТ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ДУГОЙ

- Монтаж оборудования разрешается выполнять только квалифицированным специалистам. Перед выполнением монтажа следует внимательно изучить весь комплект технической документации и проверить технические характеристики устройства.
- **КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩАЕТСЯ** работать одному.
- Перед выполнением любых работ с оборудованием отсоедините его от всех источников электропитания. Проверьте все возможные источники питания, включая обратное напряжение.
- Всегда используйте исправные приборы с правильно выбранным диапазоном измерения для проверки напряжения, чтобы убедиться, что питание отключено
- Для прямого измерения тока на землю можно использовать только торы CSH120 и CSH200.
- Установите тор на изолированные кабели.
- Кабели с номинальным напряжением более 1000 В должны иметь заземленный экран.

**Невыполнение этих инструкций может привести к смерти или тяжелым травмам.**

### Монтаж

Сгруппируйте кабель (или кабели) среднего напряжения по центру тора.

Используйте для поддержки кабелей не токопроводящие элементы.

Не забудьте вставить 3 кабеля заземления экрана среднего напряжения в тор.

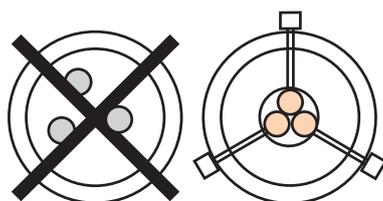


Рисунок 9.27: Монтаж на кабелях СН

## ▲ Внимание

### РИСК ПОТЕРИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ

Подключите вторичную цепь тора CSH и экран кабеля к земле наиболее возможным кратчайшим путем в соответствии с схемой, представленной в этом документе.

**Несоблюдение этих инструкций может привести к повреждению оборудования.**

### Соединение

Подключение к Easergy Sepam P3U10, P3U20 and P3U30

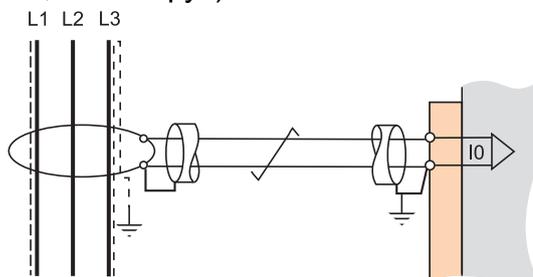
К входу измерения тока замыкания на землю  $I_0$  или на разъем X1, клеммы 9 и 10 (экранированные).

### Рекомендуемый кабель

- Экранированный кабель с экраном из луженой медной жилы
- Минимальное сечение кабеля 0,93 мм<sup>2</sup> (AWG 18)
- Сопротивление на единицу длины < 100 мΩ/м (30.5 мΩ/ft)
- Минимальная диэлектрическая прочность: 1000 В (700 Vrms)
- Подключайте экран, обеспечивая минимальное расстояние, возможное для Easergy Sepam P3U10, P3U20 and P3U30
- Выровняйте соединительный кабель относительно металлического каркаса ячейки.

Экран соединительного кабеля заземляется в Easergy Sepam P3U10, P3U20 and P3U30.

Максимальное сопротивление соединительного кабеля Easergy Sepam P3U10, P3U20 and P3U30 не должно превышать 4 Ом (т.е. максимум 20 м для 100 мОм/м или максимум 66 футов для 30,5 мОм/фут).



# 10 Испытания и условия окружающей среды

Таблица 10.1: Испытания на помехозащищенность

Испытания	Стандарт & Класс/уровень испытаний	Испытательное значение
<b>Излучение</b>	<b>IEC/EN 60255-26 (ed3)</b>	
Кондуктивное	EN 55022, Класс A / МЭК 60255-25 / CISPR 22	0.15 – 30 MHz
Испускаемое	EN 55011, Класс A / IEC 60255-25 / CISPR 11	30 – 1000 MHz
<b>Невосприимчивость</b>	<b>IEC/EN 60255-26 (ed3)</b>	
1 МГц затухающая колебательная волна	МЭК/EN 61000-4-18, МЭК 60255-22-1	±2.5kVp CM ±2.5kVp DM
Статический разряд (ESD)	IEC/EN 61000-4-2 Уровень 4, IEC 60255-22-2	±8 kV контакт ±15 kV воздух
излучающее высокочастотное поле	IEC/EN 61000-4-3 Уровень 3, IEC 60255-22-3	80 - 2700 MHz, 10 В/м
Быстрые переходные процессы (EFT)	IEC/EN 61000-4-4 Уровень 4, IEC 60255-22-4	±4 кВ, 5/50 нс, 5 kHz
Импульс перенапряжения	IEC/EN 61000-4-5 Уровень 3, IEC 60255-22-5	±2 кВ, 1.2/50 μs, CM ±1 кВ, 1.2/50 μs, DM
Наведенное высокочастотного поля	IEC/EN 61000-4-6 Уровень 3, IEC 60255-22-6	0.15 - 80 МГц, 10 Вмс
Магнитное поле мощность-частота	МЭК/EN 61000-4-8	300A/m (непрерывный) 1000A/m 1 – 3s
Импульсное магнитное поле	IEC/EN 61000-4-9 Уровень 5	1000A/m, 1.2/50 μs
Провалы напряжения переменного и постоянного тока	МЭК/EN 61000-4-29, МЭК/EN 61000-4-11	0% номинального напряжения - Критерий А
		40% номинального напряжения - Критерий С
		70% номинального напряжения - Критерий С
перерывы напряжения переменного и постоянного тока	МЭК/EN 61000-4-29, МЭК/EN 61000-4-11	100% прерывание
Допустимый коэффициент пульсаций	МЭК/EN 61000-4-17	15% рабочего напряжения (dc) / 10 минут

**Таблица 10.2: Испытания на электрическую безопасность**

Испытания	Стандарт & Класс/уровень испытаний	Испытательное значение
Устойчивость к импульсному напряжению	МЭК/EN 60255-27, EN 60255-5, Класс III	5 kV, 1.2/50 $\mu$ s, 0.5 J 1 kV, 1.2/50 $\mu$ s, 0.5 J связь
Диэлектрические испытания	МЭК/EN 60255-27, EN 60255-5, Класс III	2 кВ, 50 Hz 0.5 kV, 50 Гц Коммуникации
Сопротивление изоляции	IEC/EN 60255-27, EN 60255-5	
Сопротивление защитной связи	IEC/EN 60255-27	
Разор и дорожсснпзубьжки утечки	Критерии проектирования для расстояний согласно IEC 60255-27 Приложение C (степень загрязнения 2, категория перенапряжения 3)	
Нагрузка источника питания	IEC 60255-1	

**Таблица 10.3: Механические испытания**

Испытания	Стандарт & Класс/уровень испытаний	Испытательное значение
<b>Прибор в работе</b>		
Вибрация	IEC 60255-21-1, Класс II / IEC 60068-2-6, Fc	1 Гп, 10 Гц - 150 Гц
Удары	IEC 60255-21-2, Класс II / IEC 60068-2-27, Ea	10 Gn / 11 ms
Сейсмиф	IEC 60255-21-3 Метод А, Класс II	2G горизонтальный / 1G вертикальный , 1–35 Hz
<b>Прибор обесточен</b>		
Вибрация	IEC 60255-21-1, Класс II / IEC 60068-2-6, Fc	2 Гп, 10 Гц - 150 Гц
Удары	IEC 60255-21-2, Класс II / IEC 60068-2-27, Ea	30 Gn / 11 ms
Удар	IEC 60255-21-2, Класс II / IEC 60068-2-27, Ea	20 Gn / 16 ms

**Таблица 10.4: Климатические испытания**

Испытания	Стандарт & Класс/уровень испытаний	Испытательное значение
<b>Прибор в работе</b>		
Сухое тепло	EN / IEC 60068-2-2, Bd	70°C
Холод	EN / IEC 60068-2-1, Ad	-40°C
Влажное тепло, циклическое	EN / IEC 60068-2-30, Db	От 25°C до 55°C От 93% RH до 98% RH Продолжительность испытаний: 6 дней
Влажное тепло, статическое	EN / IEC 60068-2-78, Cab	40°C 93% RH Продолжительность испытаний: 10 дней
Изменение температуры	МЭК / EN 60068-2-14, Nb	<ul style="list-style-type: none"> <li>Мин. температура -40°C</li> <li>Макс. температура 70°C</li> <li>5 циклов</li> </ul>
Испытания на коррозионную устойчивость потоком смешанного газа, метод 1	IEC 60068-2-60, Ke	25° C (77° F), 75 % относительная влажность, 21 день H <sub>2</sub> S, 500 мкг/кг SO <sub>2</sub>
Измельчитель испытание смешанной газовой коррозии, метод 4	IEC 60068-2-60, Ke	25° C (77° F), 75 % относительная влажность, 21 день 10 мкг/кг H <sub>2</sub> S, 200 мкг/кг NO <sub>2</sub> , 10 мкг/кг CL <sub>2</sub> , 200 мкг/кг SO <sub>2</sub>
<b>Условия хранения</b>		
Сухое тепло	EN / IEC 60068-2-2, Bb	70°C
Холод	EN / IEC 60068-2-1, Ab	-40°C

**Таблица 10.5: Условия окружающей среды**

Температура окружающей среды, Эксплуатация * **	-40 – 60°C
Температура окружающей среды, хранение	-40 – 70°C
Относительная влажность воздуха	< 95%, no condensation allowed
Максимальная рабочая высота	2000 м

\*) Контраст дисплея зависит от температуры окружающей среды ниже -25°C (-13°F).

\*\*) После холодного запуска, при температурах ниже -30 °C (-22 °F), дайте реле стабилизироваться в течение нескольких минут для достижения заданной точности.

**Таблица 10.6: Корпус**

Степень защиты (МЭК 60529)	IP54 Передняя панель, задняя сторона IP20
РЗУхх-5 Габаритные размеры (Ш x В x Г)	171 x 176 x 214 мм
РЗУхх-6 Габаритные размеры (Ш x В x Г)	171 x 176 x 226 мм
Вес	2.5 кг

## ⚠ Опасно

### **ОПАСНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ ТРАВМ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ, ВЗРЫВА ИЛИ ВСПЫШКИ ДУГИ**

- Надеть средства индивидуальной защиты (СИЗ) и соблюдайте технику безопасности. При выборе одежды применять действующие местные стандарты.
- Монтаж оборудования разрешается выполнять только квалифицированным специалистам. Перед выполнением монтажа следует внимательно изучить весь комплект технической документации и проверить технические характеристики устройства.
- **КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩАЕТСЯ** работать одному.
- Перед выполнением любых работ с оборудованием отсоедините его от всех источников электропитания. Проверьте все возможные источники питания, включая обратное напряжение.
- Всегда используйте исправные приборы с правильно выбранным диапазоном измерения для проверки напряжения, чтобы убедиться, что питание отключено.
- Не размыкать вторичную цепь трансформатора тока, находящегося под напряжением.
- Строго соблюдайте полярность подключения трансформаторов тока и / или трансформаторов напряжения и их вторичного заземления в соответствии с схемами соединений, представленными в этом документе.
- Подключите защитное заземление реле к функциональному заземлению в соответствии с схемами соединений, представленными в этом документе.

**Несоблюдение этой инструкции приведет к смерти или серьезной травме.**

Реле защиты Easergy Sepam P3 и дуговой защита вместе с аксессуарами, датчиками, кабелями и т.д., которые в комплексе впоследствии называются «устройством», требуют технического обслуживания в соответствии с их спецификациями. Ведите учет мероприятий по техническому обслуживанию. Техническое обслуживание может включать, но не ограничивается следующими действиями.

## 11.1 Профилактическое обслуживание

Проверяйте устройство визуально, когда распределительное устройство обесточено. Во время осмотра обратите внимание на:

- Загрязненные компоненты
- неплотные соединения проводов
- поврежденную проводку
- светодиодные индикаторы (см. раздел Светодиодная последовательность)
- другие механические соединения

Выполняйте визуальный осмотр минимум раз в три (3) года.

## 11.2 Периодические испытания

Периодически проверяйте устройство в соответствии с инструкциями по безопасности конечного пользователя и национальными инструкциями по технике безопасности или законам. Проводите периодические проверки минимум раз в пять (5) лет.

Проведите испытания защит подавая токи и напряжения.

При эксплуатации в агрессивной среде или морских условиях проводите периодические проверки минимум раз в три (3) года. Порядок проведения испытаний см. в отдельном руководстве по испытаниям.

## 11.3 Очистка реле и компонентов

Следует обратить особое внимание на то, что устройство не загрязняется. Если требуется очистка, вытрите грязь с блоков.

## 11.4 Сообщения о состоянии системы

Если самоконтроль устройства обнаруживает сбой в работе реле, он в большинстве случаев подает сигнал тревоги, активируя светодиод "СОСТОЯНИЕ" на передней панели и вывод сообщения о состоянии на экран ЖКД. Если это произойдет, сохраните возможное сообщение и обратитесь за помощью к местному представителю для получения дальнейших указаний.

## 11.5 Запасные части

Используйте весь блок в качестве запасной части для замены устройства. Всегда храните запасные части в складских помещениях, которые соответствуют требованиям, указанным в пользовательской документации.

## 11.6 Самоконтроль

### **ПРИМЕЧАНИЕ**

#### **ПОТЕРЯ ЗАЩИТЫ ИЛИ ОПАСНОСТЬ ЛОЖНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ**

- Если на реле не подано питание или находится в состоянии постоянной неисправности, функции защиты больше не активны, и все дискретные выходы SEPAM P3 возвращаются в исходное состояние.
- Убедитесь, что режим работы и подсоединение проводов к SF реле совместимы с монтажом.

**Пренебрегая этими инструкциями, вы рискуете повредить оборудование и получить ошибочные отключения электроустановок.**

#### **Описание**

Электронные детали и связанные с ними схемы, а также выполнение программы контролируются с помощью отдельной системы самоконтроля. Помимо наблюдения за устройством, системы самоконтроля пытается перезапустить микроконтроллер в неработоспособной ситуации. Если микроконтроллер не перезапускается, таймер готовности устройства выдает сигнал неисправности, указывающий на постоянное внутреннее состояние.

Когда система самоконтроля обнаруживает неустранимую неисправность, она блокирует любое управление другими дискретными выходами (за исключением дискретного выхода готовности устройства). Кроме того, контролируются внутренние напряжения питания. Если питание устройства исчезнет, автоматически замыкается контакт реле готовности устройства, так как нормально замкнутые контакты выходного реле готовности устройства (SF) меняет положение при подаче питания. Светодиод самоконтроля готовности и контакт SF работают совместно. Производитель рекомендует, чтобы контакты выходного реле готовности SF были включены в систему автоматизации подстанции для сигнализации.

Помимо специализированной функции самоконтроля, реле защиты имеет несколько аварийных сигналов, которые могут

---

быть подключены к выходным реле через матрицу выходов.

Состав аварийных сигналов:

- удаленная связь неактивна
- расширенная связь блока ввода/вывода неактивна
- порт связи 1 не активен
- порт связи 2 не активен
- сигнал готовности 1, 2 или 3
- пароль открыт

**Примечание** SF выход называется «выход состояния функционирования» в программе настройки

## 11.6.1 Диагностика

Устройство производит тесты самодиагностики для аппаратной и программной части в последовательности загрузки, а также выполняет проверку времени проведения тестов.

### Устойчивое неработоспособное состояние

Если обнаружено устойчивое состояние неработоспособности, устройство размыкает контакты реле готовности SF и включается светодиод самоконтроля. На передней панели также отображается обнаруженное сообщение о неисправности. Сигнал устойчивого состояния неисправности выводится, когда устройство не может обрабатывать основные функции.

### Временно неработоспособное состояние

Когда функция самодиагностики определяет временное состояние неисправности, устанавливается матричный сигнал Selfdiag и генерируется событие (E56). Если состояние неисправности было только временным, генерируется событие "off" (E57). Состояние самодиагностики можно сбросить с передней панели.

### Регистры диагностики

Существует четыре 16-разрядных диагностических регистра, которые можно считывать с помощью удаленных протоколов. Таблица 11.1 показывает значение каждого диагностического регистра и их битов.

**Таблица 11.1: Считываемые регистры через протоколы удаленной**

Регистр	Разряд	Код	Описание
SelfDiag1	0 (LSB)	(Зарезервировано)	(Зарезервировано)
	1	(Зарезервировано)	(Зарезервировано)
	2	T1	Обнаруженная ошибка дискретного выхода
	3	T2	
	4	T3	
	5	T4	
	6	T5	
	7	T6	
	8	T7	
	10	A1	

Регистр	Разряд	Код	Описание
SelfDiag4	0 (LSB)	+12B	Обнаруженное повреждение внутреннего напряжения
	1	ComBuff	ШИНА: обнаруженная ошибка шины
	2	Код заказа	Обнаруженная ошибка кода заказа
	3	Слот	Обнаруженная неисправность платы

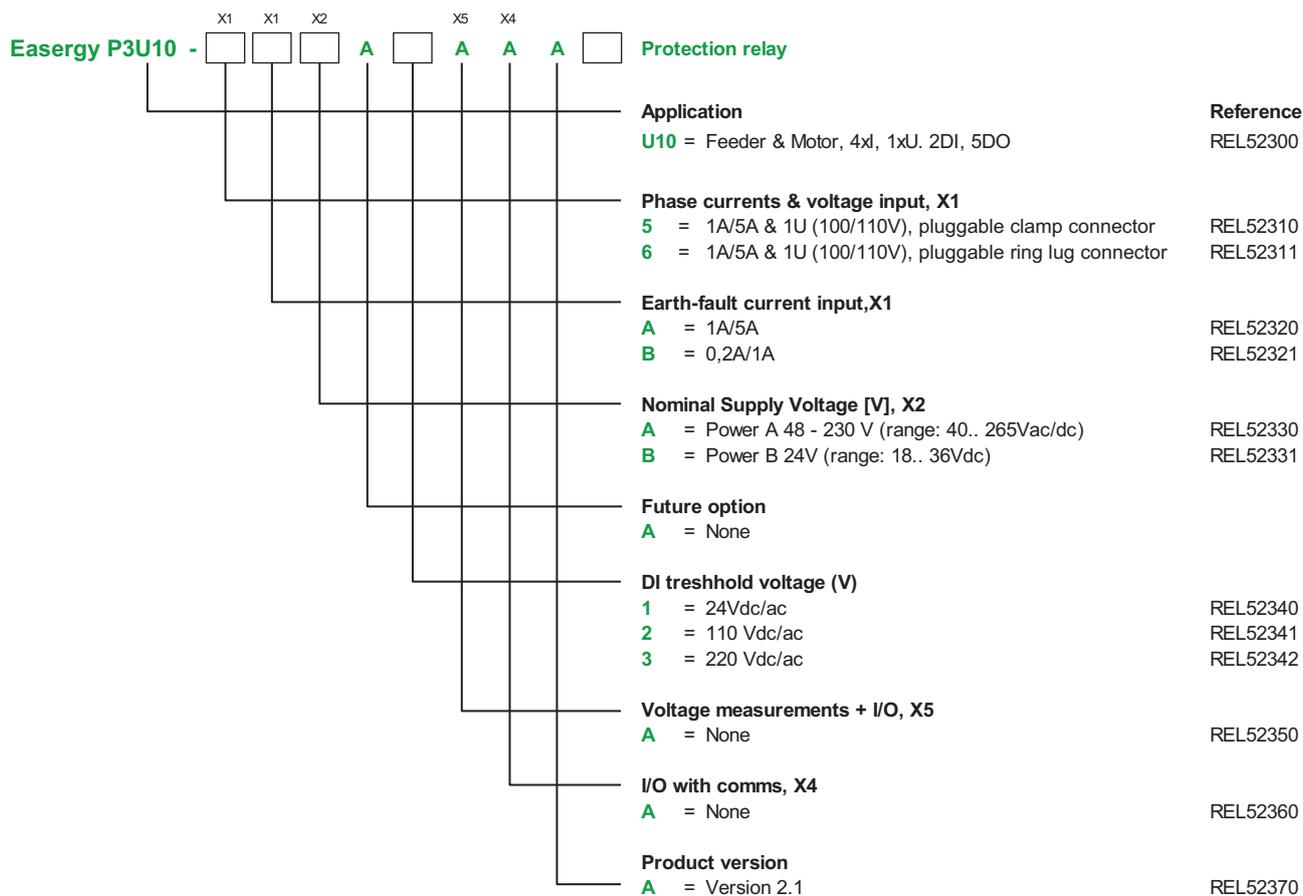
Код отображается в событиях самодиагностики и в меню диагностики на локальной панели и Easergy Pro.

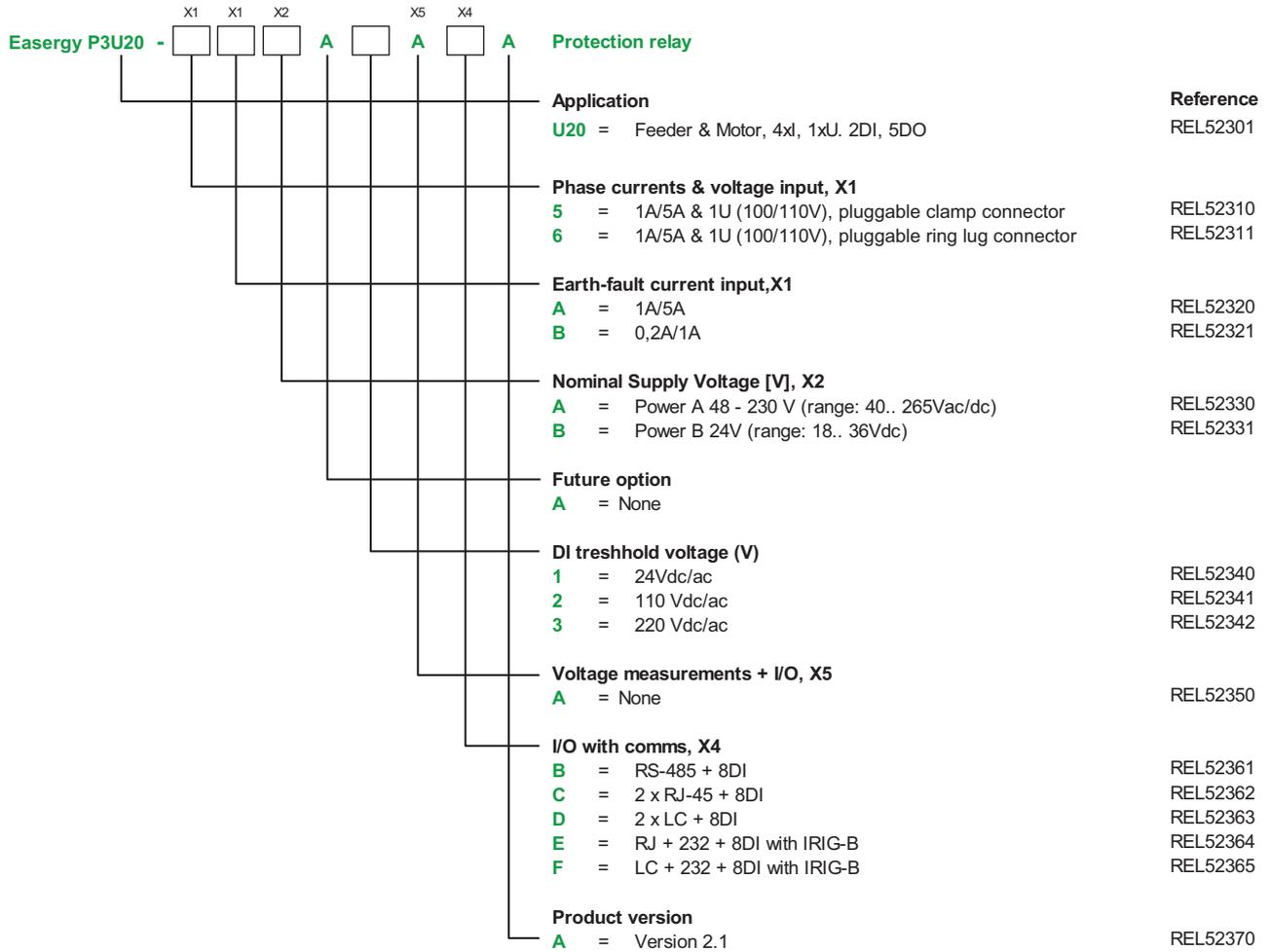
**Примечание** Все сигналы не всегда доступны в разных типах SEPAM P3.

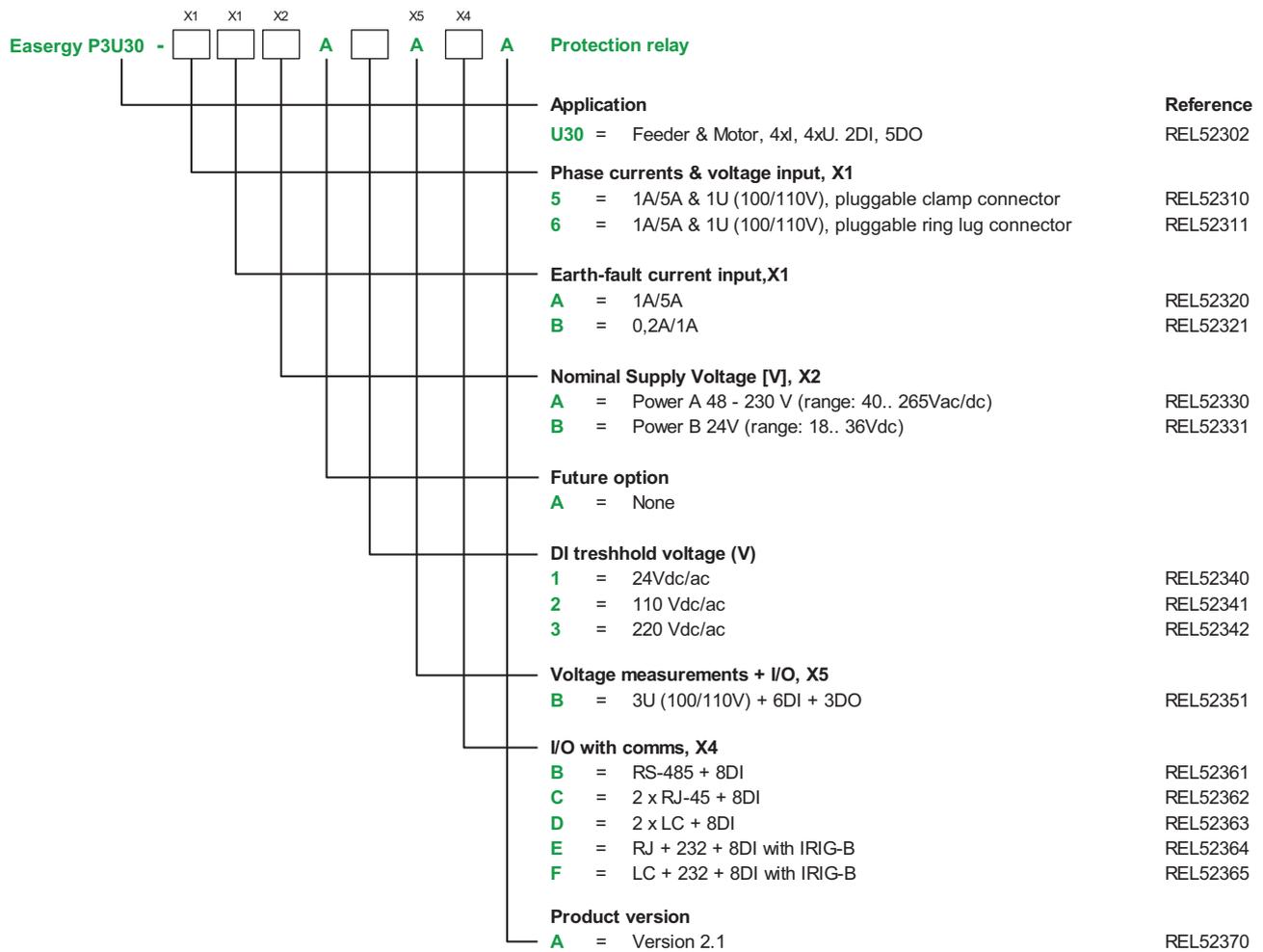
# 12 Код заказа

При заказе укажите:

- Обозначение типа:
- Количество:
- Аксессуары (см. Соответствующий код заказа):







## Принадлежности

**Таблица 12.1: P3U10 аксессуары**

Каталожный номер	Ссылка на продукт	Описание
REL52822	VX052-3	USB-кабель для программирования (eSetup Easergy Pro)
REL52833	P3UPSC	P3U Крышка уплотнения панели

**Таблица 12.2: P3U20 и P3U30 аксессуары**

Каталожный номер	Ссылка на продукт	Описание
REL52811	VIO12AASE	RTD-модуль, 12-пин RTD-вход, оптический Tx
REL52812	VIO12ABSE	RTD-модуль, 12-пин RTD-входы, RS485
REL52813	VIO12ACSE	RTD-модуль, 12-пин входы RTD, вход / выход mA
REL52814	VIO12ADSE	RTD-модуль, 12-пин входы RTD, вход / выход mA
REL52815	VPA3CGSE	Интерфейсный модуль Profibus
REL52816	VSE001-GGSE	Волоконно-оптический модуль (стекло - стекло)
REL52819	VSE001-PPSE	Волоконно-оптический модуль (пластик - пластик)
REL52820	VSE002	RS485 модуль
REL52822	VX052-3	USB-кабель для программирования (eSetup Easergy Pro)
REL52825	VX082	P3U (RS232) - VSE(D9) кабель
REL52826	VX083	P3U (RS232) - Дист/Внеш. (3xD9) кабель
REL52827	VX084	P3U (RS232) - VPA 3CG кабель
REL52831	VYX301	VSE00x рамка крепления на стену
REL52833	P3UPSC	P3U Крышка уплотнения панели







<http://www.schneider-electric.com/CCC>

**Schneider Electric**

35 rue Joseph Monier  
92500 Rueil-Malmaison  
Франция

Телефон : +33 (0) 1 41 29 70 00

Факс: +33 (0) 1 41 29 71 00

[www.schneider-electric.com](http://www.schneider-electric.com)

**Версия издания: P3UСepam/ru M/B002**

Публикация: Schneider Electric

04/2018