

Защита и контроль

Серия Sepam
Sepam 1000⁺

Подстанция
Трансформатор
Двигатель
Сборные шины



Merlin Gerin

Modicon

Square D

Telemecanique

Schneider
Electric

“Шнейдер Электрик” в СНГ и странах Балтии

Алматы

Казахстан, 480099 Алматы,
пр-т Абая, 157, офис 9
Тел.: (3272) 50 93 88
Тел./факс: (3272) 50 63 70

Ашхабад

Туркменистан, 744000 Ашхабад,
ул. Нейтральный Туркменистан, 28,
офисы 326-327
Тел.: (3632) 39 00 38
Факс: (3632) 39 34 65

Донецк

Украина, 83048 Донецк,
ул. Университетская, 77
Тел.: (380 623) 37 53 42
Факс: (380 623) 32 38 50

Екатеринбург

Россия, 620219 Екатеринбург,
ул. Белинского, 34, офис 77
Тел./Факс: (3432) 51 62 16

Киев

Украина, 01601 Киев,
ул. Крещатик, 2
Тел.: (380 44) 462 04 25
Факс: (380 44) 462 04 24

Краснодар

350000 Краснодар,
ул. Северная, 324б, офис 31
Тел./факс: (8612) 64 06 38

Львов

Украина, Львов,
Тел.: (380 322) 97 18 61
Факс: (380 322) 97 18 62

Минск

Белоруссия, 220004 Минск,
пр-т Машерова, 5,
офис 502
Тел.: (017) 223 75 50
Факс: (017) 223 97 61

Москва

129281 Москва,
ул. Енисейская, 37
Тел.: (095) 797 40 00
Факс: (095) 797 40 03

Нижний Новгород

603000 Нижний Новгород,
пл. Горького, 6, офис 408
Тел.: (8312) 34 14 54
Тел./факс: (8312) 30 58 25

Николаев

Украина, 54014 Николаев,
ул. 68 Десантников, 2
Тел.: (380 512) 50 00 22
Факс: (380 512) 50 00 21

Новосибирск

630087 Новосибирск,
Красный пр-т, 220, к. 1
Тел.: (3832) 90 34 64
Факс: (3832) 90 39 67

Рига

Латвия, LV-1050 Рига,
Torna, IIIB-203
Тел.: (371 7) 503 232
Факс: (317 7) 320 797

Самара

443001 Самара,
ул. Самарская, 203б, офис 213
Тел./факс: (8462) 42 33 68

Санкт-Петербург

191126 Санкт-Петербург,
ул. Звенигородская, 3
Тел.: (812) 112 41 43
Факс: (812) 314 78 05

Харьков

Украина, 61024 Харьков,
ул. Студенческая, 20
Тел./факс: (380 572) 47 05 53

<http://www.schneider-electric.ru>

Ввиду периодических изменений действующих стандартов и применяемых материалов технические характеристики, приведенные в тексте, являются действительными только после их подтверждения нашими службами.

Содержание

	Стр.
Представление / описание	2
Таблица выбора	6
Измерение	7
Защиты	8
Управление и контроль	10
Функциональные схемы и схемы подключения	11
Другие схемы подключения	13
Логические входы и выходы	14
Присоединение дополнительных модулей	16
Связь	17
Функции измерения	20
Функции защиты	27
Функции управления и контроля	56
Параметрирование и уставки защит	60
Установки параметров по умолчанию	62
Характеристики	64

Sepam 1000⁺ - это простая и надежная серия устройств защиты и измерения, предназначенная для защиты электрических аппаратов и распределительных сетей в промышленности и на электрических подстанциях среднего напряжения.

Sepam 1000⁺ обеспечивает:

Больше решений

Устройство защиты, отвечающее всем требованиям различных применений и обеспечивающее оптимальное соотношение возможностей и цены.

Серия **Sepam 1000⁺** включает в себя различные типы устройств для отдельных применений:

- Sepam 1000⁺ **S20**: защита присоединений (вводы и отходящие линии);
- Sepam 1000⁺ **T20**: защита трансформатора;
- Sepam 1000⁺ **M20**: защита двигателя;
- Sepam 1000⁺ **B20**: измерение напряжения и функции защита присоединений по напряжению и частоте.

Больше возможностей

Защиты

Устройство имеет полную трехфазную защиту (измерение действующего значения тока) и защиту от замыканий на землю, с 4 реле, разделенными на 2 группы по 2 реле, с выбором кривых отключения; переключение с одной группы на другую возможно через логический вход или дистанционно.

- Защита от замыканий на землю, нечувствительная к току включения трансформатора.
- Обнаружение небаланса фаз.
- Тепловая защита, учитывающая внешнюю температуру окружающей среды и работу вентиляции.

Логическая селективность

Sepam 1000⁺ использует логическую селективность, которая обеспечивает быстрое и селективное срабатывание токовой защиты без использования ступеней селективности между устройствами защиты, расположенными на разных уровнях радиальной распределительной сети.

Связь

Полная совместимость с такими стандартами связи, как MODBUS, МЭК 870-5-103. Имеются все аксессуары и разъемы, необходимые для создания готовой к использованию линии связи.

Функции диагностики

Устройство позволяет фиксировать различную диагностическую информацию, что обеспечивает лучшую работу:

- диагностика сети (ток отключения, коэффициент небаланса, запись осциллограмм);
- диагностика коммутационного аппарата (кумулятивное значение токов отключения, время работы);
- диагностика самого устройства защиты и дополнительных модулей (результаты самотестирования, устройство отслеживания готовности).

Логика управления и контроля

Устройство содержит программируемый логический контроллер, что позволяет отказаться от использования дополнительных внешних вспомогательных реле, сигнальных ламп и соответствующего монтажа.

Больше модулей

Для адаптации к наибольшему количеству возможных применений, а также для последующей модернизации устройство может снабжаться дополнительными модулями, которые могут быть добавлены в любой момент:

- модуль логических входов/выходов с параметрируемой логикой управления;
- модуль связи;
- модуль температурных датчиков;
- модуль аналогового выхода.

Более простое решение

Установка

Уставки тепловой защиты двигателя выбираются на основе информации производителя двигателя.

Для удобной интеграции в ячейки устройство может быть установлено:

- на передней панели ячейки, так как имеет небольшую глубину (< 100 мм);
- внутри ячейки в релейном отсеке, с установкой UMI (человеко-машинный интерфейс) в наиболее подходящем для работы месте.

Низкое потребление энергии устройством (< 3,5 Вт) позволяет уменьшить размер источника питания.

Простота эксплуатации

Простое программное обеспечение предоставляет пользователю широкие возможности для установки параметров и ввода уставок в SEPAM 1000⁺ с помощью PC:

- считывание и загрузка файлов параметрирования устройства;
- установка выдержек времени в зависимом режиме или 10/Is режиме;
- изменение рабочего языка для работы с программой и вывода диагностических сообщений.

Работа

Вся необходимая информация (результаты измерений, настройки, события и записи осциллограмм) доступна на месте или через сеть связи.

Ясность и четкость представления информации

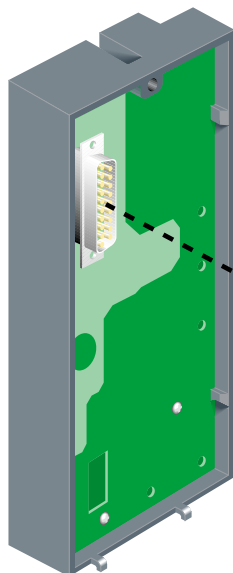
- четкая индикация замыканий;
- индикация повреждений фаз посредством считывания и сохранения токов отключения по каждой фазе;
- дисплей для отображения первичных значений (А, кА, В, кВ);
- немедленная индикация превышения уставок.

Человеко-машинный интерфейс (UMI)

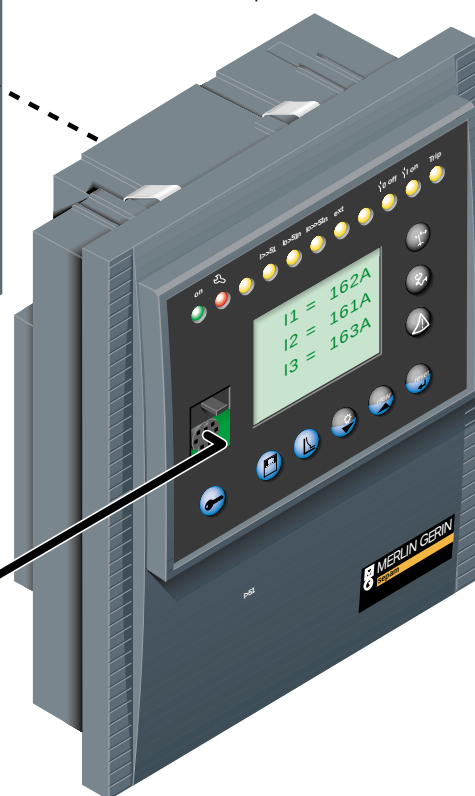
Для удовлетворения разнообразных запросов пользователей существует несколько вариантов UMI, которые могут полностью настраиваться, включая рабочий язык.

Гибкая архитектура

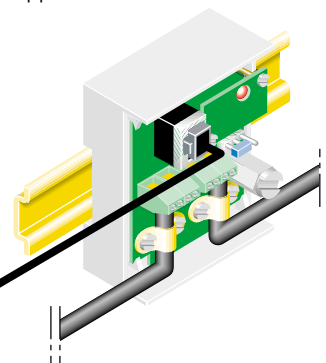
модуль MES 108 ⁽¹⁾
4 логических выхода,
4 логических входа
или MES 114 ⁽¹⁾
4 логических выхода,
10 логических входов



базовое устройство
Sepam 1000⁺



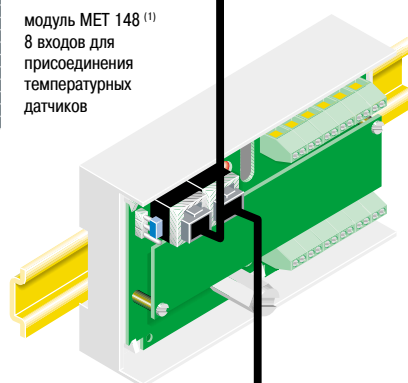
модуль ACE 949 ⁽¹⁾ –
интерфейс сети связи



CCA 612

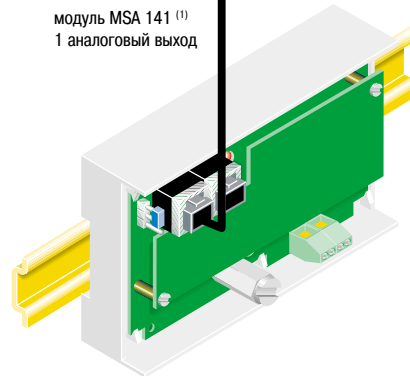
CCA 772

модуль MET 148 ⁽¹⁾
8 входов для
присоединения
температурных
датчиков

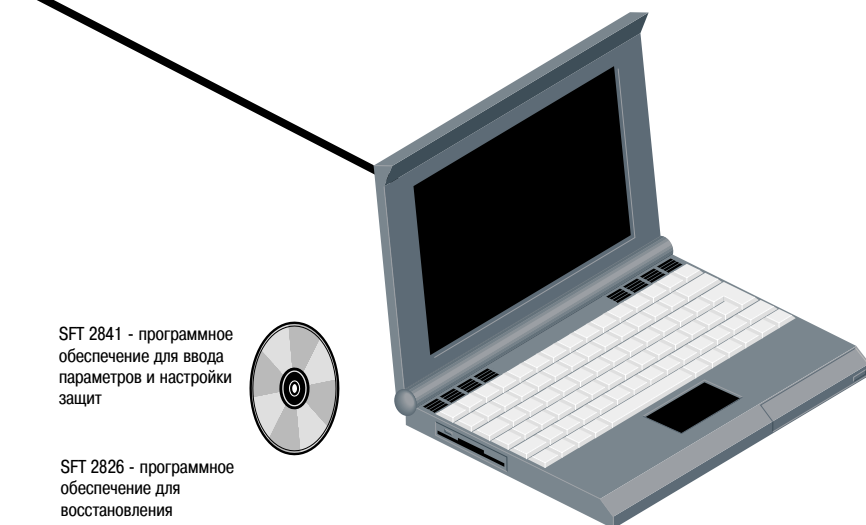


CCA 770

модуль MSA 141 ⁽¹⁾
1 аналоговый выход



CCA 783



SFT 2841 - программное
обеспечение для ввода
параметров и настройки
защит



SFT 2826 - программное
обеспечение для
восстановления
записанных
осциллограмм

(1) Модули поставляются по дополнительному заказу.

Передняя панель

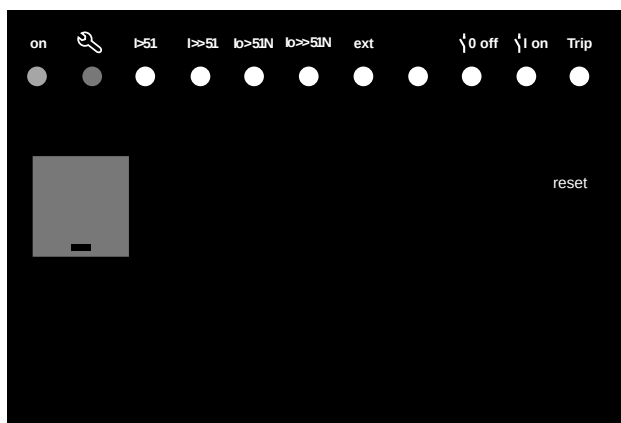
Sepam 1000+ имеет два варианта UMI (человеко-машинного интерфейса) для удовлетворения различных требований пользователя.

Стандартный UMI

Этот UMI включает в себя:

- 2 сигнальные лампы, показывающие состояние Sepam:
 - зеленый индикатор «on»: устройство включено;
 - красный индикатор «wrench»: устройство неисправно (фаза инициализации или обнаружение внутренней неисправности);
- 9 желтых сигнальных ламп, назначение которых может параметрироваться, снабженных стандартными надписями (для их печати может использоваться программное обеспечение SFT 2841);
- кнопка «reset» для квитирования неисправностей;
- 1 разъем для подключения PC по протоколу RS232 (кабель CCA 783), который защищен скользящей крышкой.

Этот UMI используется для недорогих решений и применений, для которых не требуется местное управление (управление через систему управления и контроля), или для замены электромеханических или электронных устройств защиты без дополнительных требований к рабочим характеристикам.



Пример стандартного UMI

Усовершенствованный UMI

В дополнение к функциям стандартного UMI данная версия имеет:

- графический жидкокристаллический дисплей для индикации измерений, настроек и параметров защиты, а также для аварийной и предупредительной сигнализации.

Число строк, размер знаков и символов - в соответствии с языковой и экранной версиями.

- 9-кнопочную клавиатуру с двумя режимами использования:

- белые кнопки для текущей эксплуатации:

- ① вызов результатов измерений
- ② вызов данных диагностики сети и коммутационного аппарата
- ③ вызов аварийных сообщений
- ④ очистка экрана аварийных сообщений и квитирование защит
- ⑤ квитирование аварийных сообщений

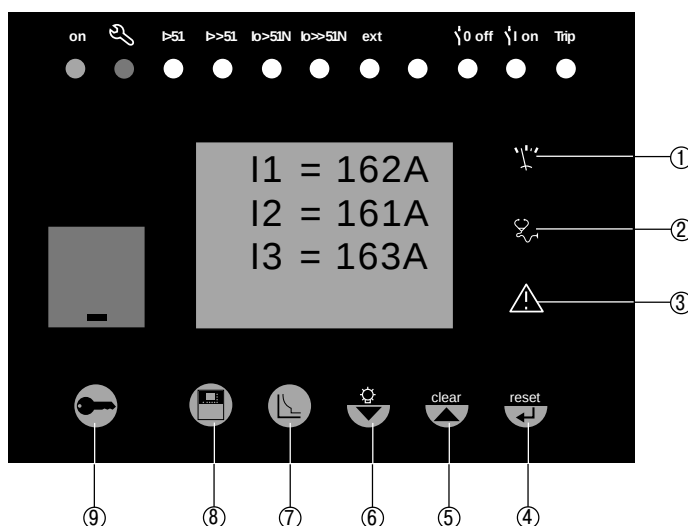
- синие кнопки для установки параметров и уставок защит:

- ⑦ доступ к параметрам защит
- ⑧ доступ к настройкам Sepam
- ⑨ ввод двух паролей, необходимых для изменения параметров и уставок защит

Кнопки $\uparrow$, $\triangle$, $\downarrow$, ④, ⑤, ⑥ используются для перемещения по меню, а также для прокрутки и ввода установленных значений.

- ⑥ кнопка «тест ламп»: последовательно включает все сигнальные лампы

Данный UMI является оптимальным решением, облегчающим местное управление, так как имеется доступ ко всей информации и настройкам.



Пример усовершенствованного UMI

Выносной усовершенствованный UMI

Этот UMI может быть добавлен к Sepam со стандартным UMI. Он подключается с помощью стандартных кабелей CCA 772 или CCA 774 (в зависимости от расстояния).

Уменьшенная глубина и те же функции, что и у усовершенствованной версии UMI, позволяют устанавливать его на передней панели ячейки распределительного устройства в наиболее подходящем для работы месте.

Экспертный UMI

Этот UMI является дополнением стандартного или усовершенствованного UMI и может быть подключен к персональному компьютеру (работающему в среде Windows $\geq$ V95 или NT), имеющему программное обеспечение SFT 2841 и подсоединенному к разъему (с протоколом RS232) на передней панели Sepam.

Все данные, используемые для одной задачи, сгруппированы на одном экране для облегчения работы. Меню и пиктограммы используются для быстрого прямого доступа к информации.

Текущая работа

- отображение всех оперативных данных и результатов измерений;
- отображение всех аварийных сообщений с привязкой по времени (дата, ч, мин, с);
- отображение данных диагностики, таких, как:
 - ☐ ток отключения;
 - ☐ количество коммутаций и кумулятивное значение токов отключения;
- отображение всех настроек параметров и уставок защиты;
- отображение логического состояния входов, выходов и сигнальных ламп.

Данный UMI позволяет решать сложные задачи при работе с Sepam в местном режиме, а также удобен для требовательного персонала, считающего необходимым иметь быстрый доступ ко всей информации.

Настройки параметров и уставок защит ⁽¹⁾

- отображение и настройка всех параметров любой функции защиты на одной странице;
- настройка параметров логики управления, настройка основных параметров Sepam;
- вводимая информация может быть подготовлена заранее и загружена в соответствующий Sepam за одну операцию (функция загрузки).

Основные функции SFT 2841:

- изменение паролей;
- ввод основных параметров (диапазоны, период интеграции);
- ввод уставок защит;
- изменение логики управления;
- ввод в работу/блокировка отдельных функций;
- сохранение файлов.

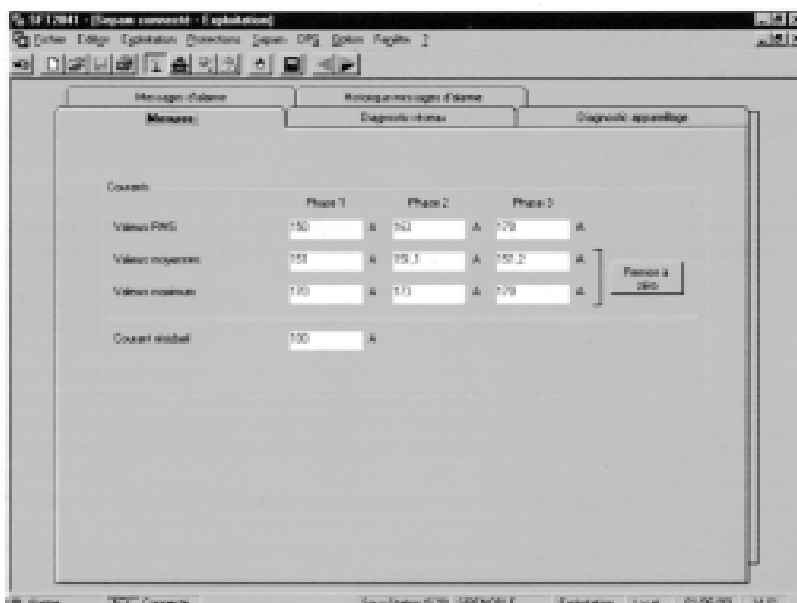
Сохранение

- данные о настройках параметров и уставках защит могут быть сохранены;
- возможна также распечатка отчетов.

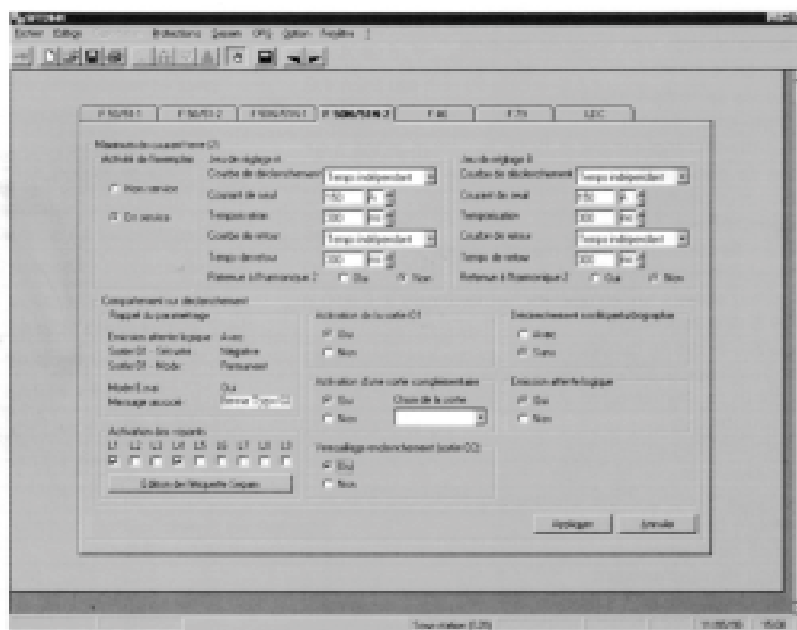
Этот UMI может быть также использован для восстановления записанных файлов осциллограмм и графического отображения осциллограмм с помощью программного обеспечения SFT 2826.

Помощь в работе

Доступ с любого экрана к функции помощи, содержащей все технические данные, необходимые для установки и эксплуатации Sepam.



Пример экрана отображения результатов измерений (Sepam M20)



Пример экрана настройки максимальной токовой защиты

⁽¹⁾ Режимы доступны после ввода двух паролей (уровень уставок защит, уровень установки параметров).

Таблица выбора

Sepam 1000+

Функции		Тип Sepam Подстанция	Трансформатор	Двигатель	Сборная шина
Защита	Код ANSI	S20	T20	M20	B20
макс. токовая в фазах ⁽¹⁾	50/51	4	4	4	
макс. токовая на землю (или нейтраль) ⁽¹⁾	50N/51N	4	4	4	
небаланс / обратная последовательность	46	1	1	1	
тепловая перегрузка	49 RMS		2	2	
мин. токовая в фазах	37			1	
затянутый запуск / блокировка ротора	48/51LR			1	
число стартов в час	66			1	
мин. напряжения прямой последовательности	27D/47				2
мин. напряжения, однофазная	27R				1
мин. напряжения, трехфазная	27				2
максимального напряжения	59				2
напряжения нулевой последовательности	59N				2
максимальной частоты	81H				1
минимальной частоты	81L				2
АПВ (4 цикла)	79	□			
термостат / газовое реле			□		
контроль температуры ⁽²⁾	38/49T		□	□	
Измерение					
фазный ток, действ. знач. (I1, I2, I3)		■	■	■	
ток нулевой последовательности		■	■	■	
среднее значение тока I1, I2, I3		■	■	■	
максиметр фазного тока IM1, IM2, IM3		■	■	■	
линейное напряжение U21, U32, U13					■
фазное напряжение V1, V2, V3					■
напряжение нулевой последовательности Vo					■
напр. прямой послед. Vd / напр. вращения фаз					■
частота					■
измерение температуры ⁽²⁾			□	□	
Диагностика сети					
ток отключения I1, I2, I3, Io		■	■	■	
коэфф. несимметрии / ток обратной последовательности			■	■	■
счетчик часов работы		■	■		
коэфф. тепловой перегрузки			■	■	
время работы до отключения по перегрузке			■	■	
время ожидания после отключ. при перегрузке			■	■	
ток и время пуска / перегрузки				■	
время запрета пуска / количество пусков до запрета				■	
запуск записи осциллограмм авар. режимов		■	■	■	■
Диагностика выключателя					
кумулятивное значение токов отключения ⁽²⁾		■	■	■	
контроль цепи отключения		□	□	□	□
счетчик коммутаций		□	□	□	
счетчик наработки		□	□	□	
время взвода привода		□	□	□	
Самодиагностика					
устройство отслеживания готовности		■	■	■	■
тестирование выходных реле ⁽³⁾		□	□	□	□
Контроль и управление					
управление выключателем / контактором ⁽⁴⁾		□	□	□	□
логическая селективность		□	□	□	
4 программируемых логических выхода		■	■	■	■
Дополнительные модули					
MET 148 – 8 температурных датчиков			□	□	
MSA 141 – 1 аналоговый вывод		□	□	□	□
MES 108 – (4I/4S) или MES 114 – (10I/4O)		□	□	□	□
ACE 949 – коммуникационный интерфейс RS485		□	□	□	□

■ - стандарт, □ - с дополнительными модулями MES 108 или MES 114

⁽¹⁾ 4 реле с возможностью логической селективности или переключение с одной двухрелейной группы на другую.

⁽²⁾ Только с модулем MET 148, 2 уставки на датчик.

⁽³⁾ Только с усовершенствованным UMI.

⁽⁴⁾ Для выключателя с катушкой отключения при подаче или исчезновении напряжения в соответствии с установленными параметрами.

Sepam 1000+ отображает все необходимые для эксплуатации измерения

Значения выводятся непосредственно с указанием единиц измерения: A, B, Гц, °C, °F.

Токи

- измерение действующего значения трехфазных токов;
- измерение тока нулевой последовательности.

Среднее значение тока и пиковое значение тока (максиметр)

Измерение среднего значения тока в каждой из трех фаз. Измерение пикового значения среднего тока в каждой из трех фаз.

Пиковое значение тока позволяет определить потребляемый ток при бросках нагрузки.

Вычисление среднего значения тока происходит за период, который может быть установлен от 5 до 60 мин. Кнопка «clear» используется для обнуления пиковых значений токов только если они отображаются на дисплее.

Токи отключения

Запоминание наибольшего среднего значения тока в каждой из трех фаз и тока нейтрали после команды отключения, выданной Sepam, для определения тока отключения (анализ повреждений). Эти значения сохраняются до следующей команды отключения.

Тепловая перегрузка

Измерение относительной мощности при перегрузке. Она отображается в процентах от номинальной тепловой мощности.

Напряжения

- измерение фазных напряжений V1, V2 и V3;
- вычисление или измерение линейных напряжений U21, U32 и U13;
- вычисление напряжения прямой последовательности Vd;
- вычисление напряжения нулевой последовательности Vo.

Частота: измерение частоты.

Температура

Измерение температуры каждого датчика.

Информации о работе двигателя

Ток и время пуска двигателя / перегрузка двигателя

Измерение максимального тока, потребляемого двигателем за время пуска, или времени и продолжительности перегрузки.

Количество пусков до блокировки / выдержка времени блокировки

Показывает количество оставшихся пусков, разрешенных защитой «количество пусков в час», а затем, если количество пусков равно 0, время ожидания до разрешения пуска с учетом защиты «количество пусков в час» и защиты от тепловой перегрузки.

Время работы до отключения по перегрузке

Показывает время, остающееся до отключения защитой от тепловой перегрузки.

Время ожидания после отключения по перегрузке

Показывает время ожидания до разрешения пуска, заблокированного тепловой защитой.

Измерения, необходимые для диагностики выключателей

Эти измерения нужно сравнивать с данными, предоставленными изготовителем выключателей.

Кумулятивное значение токов отключения

Получаемое значение может использоваться для оценки состояния полюсов выключателя.

Время коммутации, время взвода привода

Измеряет время коммутации выключателя и время взвода привода. Эти данные могут использоваться для оценки состояния полюса выключателя и привода.

Число коммутаций

Кумулятивное значение количества коммутаций.

Счетчик часов работы

Кумулятивное значение времени работы оборудования (двигателя или трансформатора) под нагрузкой $I > 0,1I_b$. Эта величина отображается в часах (0-65535 ч) и сохраняется каждые 4 часа.

Характеристики

Функции измерения	Диапазон	Точность ⁽¹⁾	
фазный ток	0,1 - 1,5 In ⁽²⁾	±1% (тип.)	⁽⁴⁾
ток нулевой последовательности	0,1 - 1,5 Ino ⁽³⁾	±5%	
максиметр тока	0,1 - 1,5 In ⁽²⁾	±1% (тип.)	
ток отключения	фаза	0,1 - 40 In ⁽²⁾	±5%
	земля	0,1 - 20 Ino ⁽³⁾	±5%
тепловая перегрузка	0 - 800% ⁽⁵⁾		⁽⁴⁾
коэффициент небаланса (ток обратной последовательности)	10 - 500% Ib ⁽⁶⁾	±2%	
напряжения (фазные или линейные)	0,05 - 1,2 Unp ⁽⁷⁾ или Vnp ⁽⁸⁾	±1% (тип.)	⁽⁴⁾
напряжение прямой последовательности	0,05 - 1,5 Vnp ⁽⁸⁾	±2%	
напряжение нулевой последовательности	0,015 - 3 Vnp ⁽⁸⁾	±5%	
частота	50 Гц / 60 Гц ± 5 Гц	±0,05 Гц	⁽⁴⁾
температура	от - 30 °C до + 200 °C ⁽⁹⁾	±1 °C	⁽⁴⁾
время коммутации	20 - 100 мс	±1 мс (тип.)	
время взвода привода	1 - 20 с	±0,5 с	
счетчик часов работы	0 - 65535 ч	±1% или ±0,5 ч	
формат аналогового выхода			⁽⁴⁾
	4-20 мА 0-20 мА 0-10 мА	±0,5%	

Основные параметры

частота	50 или 60 Гц	± 1 Гц
трансформатор тока	1 или 5 А	I1, I2, I3 I1, I3
трансформатор напряжения	VT: 100, 110, 115, 120 В	V1, V2, V3 U21, U32 U21
	VT: 200, 230 В	V1, V2, V3

⁽¹⁾ В стандартных условиях (МЭК 60255-4), обычно в In или Un.

⁽²⁾ In: первичный номинальный ток ТТ.

⁽³⁾ Ino: по входу тора CSH или через тор-адаптер в нулевом проводе ТТ (установка 1 - 6250 А).

⁽⁴⁾ Возможны измерения в аналоговом формате в соответствии с установленными параметрами и модулем MSA 141.

⁽⁵⁾ 100%-ная тепловая мощность: мощность защищаемого оборудования при номинальной нагрузке $I = I_b$.

⁽⁶⁾ Ib: базовый ток защищаемого оборудования.

⁽⁷⁾ Unp: номинальное первичное линейное напряжение (установка 220 В - 250 кВ).

⁽⁸⁾ Vnp: первичное фазное напряжение.

⁽⁹⁾ Отображается в °C или °F в соответствии с параметрированием, обычная точность от +20 до + 140 °C.

Максимальная токовая в фазах (ANSI 50/51)

Трехфазная защита от перегрузки и междуфазных коротких замыканий. Sepam 1000+ имеет 4 максимальные токовые защиты:

- с независимой или зависимой выдержкой времени;
- мгновенную или с выдержкой времени.

Могут быть выбраны следующие характеристики выдержки времени: стандартная обратно зависимая, очень обратно зависимая, чрезвычайно обратно зависимая, ультра обратно зависимая, обратно зависимая с длительной выдержкой времени (LTI) и кривая RI.

Каждая уставка имеет регулируемое время удержания (с помощью регулируемого таймера с определенными временными характеристиками), позволяющее обнаружить повторяющиеся неисправности.

Максимальная токовая на землю (ANSI 50/51N или 50/51G)

Защита от замыкания на землю кабелей и оборудования. Обнаружение токов замыкания на землю возможно с помощью:

- трансформаторов тока в трех фазах;
- трансформаторов тока (номинал 1 или 5 А) в сочетании с тором-адаптером CSH 30;
- специального ТТ нулевой последовательности, CSH 120 или CSH 200, в зависимости от диаметра - этот метод наиболее точен.

Наличие двух номиналов тока (2 и 20 А) обеспечивает очень широкий диапазон настроек.

Sepam 1000+ имеет 4 защиты:

- с независимой или зависимой выдержкой времени;
- мгновенная или с выдержкой времени.

Кривые характеристик выдержки времени те же, что и для максимальной токовой защиты.

Каждая уставка имеет регулируемое время удержания (с помощью регулируемого таймера с определенными временными характеристиками), позволяющее обнаружить повторяющиеся неисправности.

Каждая уставка имеет фильтр подавления 2-й гармоники для обеспечения стабильности во время включения трансформатора.

Обратная последовательность / небаланс (ANSI 46)

Защита от фазного небаланса.

Чувствительная защита от двухфазных коротких замыканий на длинных отходящих линиях.

Защита оборудования от повышения температуры, вызванной несбалансированным питанием, неправильным направлением вращения фаз или потерей какой-либо фазы, а также защита от малых токов межфазных замыканий.

С независимой или зависимой выдержкой времени.

Тепловая перегрузка (ANSI 49)

Защита оборудования от теплового повреждения, вызванного перегрузками.

Тепловая мощность вычисляется с помощью математической модели, учитывающей:

- действующие значения тока;
- измерение температуры обмотки и температуры окружающей среды.

Эта функция включает в себя:

- регулируемую уставку отключения;
- регулируемую уставку разрешения пуска;
- фиксированную уставку сигнализации.

□ применение - трансформатор:

модель учитывает постоянные времени нагрева и охлаждения трансформатора в зависимости от того, какая вентиляция используется, естественная или принудительная (ONAN, ONAF), с помощью логического входа.

□ применение - двигатель:

- две постоянные времени: постоянная времени нагрева, используемая во время работы двигателя, и постоянная времени охлаждения, используемая во время остановки двигателя;

- влияние тока обратной последовательности на нагрев ротора.

Может быть использована дополнительная уставка для адаптации защиты к тепловому порогу двигателя с помощью экспериментальных кривых нагрева и охлаждения, указанных производителем оборудования.

В случае необходимости тепловая защита может блокироваться логическим входом.

Минимальная токовая в фазах (ANSI 37)

Защита насосов от последствий потери напора.

Защита обнаруживает временные снижения тока, соответствующие работе двигателя без нагрузки, что характерно для потери нагрузки насосом.

Затянутый пуск / блокировка ротора / (ANSI 48/51LR) ⁽¹⁾

Защита двигателей, которые запускаются с перегрузкой или при недостаточном напряжении питания и/или которые приводят во вращение устройства, склонные к блокировке (например, дробилки).

Функция блокировки ротора - это максимальная токовая защита, которая вводится только после выдержки времени, соответствующей нормальному времени пуска.

Количество пусков в час (ANSI 66) ⁽¹⁾

Защита от перегрева, вызываемого слишком частыми пусками.

Контроль количества:

- пусков в час;
- последовательных пусков.

Защита блокирует питание двигателя на заданный период времени при достижении разрешенного количества пусков.

Автоматическое повторное включение (ANSI 79)

Автоматическое повторное включение используется для повторного включения выключателя после аварийного отключения, вызванного кратковременным коротким замыканием в линии (функция включает 4 параметризуемых цикла включения).

Термостат, газовое реле (датчик температуры, газа и давления)

Защита трансформаторов от повышения температуры и внутренних повреждений с помощью логических входов, связанных с устройствами, встроенными в оборудование.

Контроль температуры (RTDs) (38/49T)

Защита от перегрева обмоток и/или подшипников двигателя, оснащенного датчиками температуры.

Защита включает две независимые уставки, которые регулируются под каждый тип датчика.

Максимальное напряжение (ANSI 59)

Защита от чрезмерного повышения напряжения или проверка наличия напряжения, достаточного для переключения питания (уставка 1) и проверка линейных напряжений U32 и U21 (уставка 2).

Минимальное напряжение прямой последовательности (ANSI 27D), (ANSI 47)

Защита электродвигателей от ненормальной работы при недостаточном или несимметричном напряжении питания. Определение направления вращения фаз. Для работы данной защиты к Sepam должен быть подключен трансформатор напряжения с измерением U21 и U32.

Минимальное напряжение, однофазная (ANSI 27R)

Контроль исчезновения напряжения, поддерживаемого вращающимися машинами, после размыкания цепи. Данная защитная функция используется для предотвращения электрических и механических переходных процессов в результате быстрого восстановления питания электрических двигателей. Функция контролирует междуфазное напряжение U21 или фазное напряжение V1.

Минимальное напряжение, трехфазная (ANSI 27)

Защита используется для выполнения функций автоматики (АВР, разгрузка) или для предохранения от переходных электрических и механических эффектов при быстром повторном включении двигателей. Защита контролирует снижение каждого измеряемого линейного напряжения.

Напряжение нулевой последовательности (ANSI 59N)

Определение нарушения изоляции в системах с изолированной нейтралью путем измерения смещения нейтрали. Данная защита обычно устанавливается на вводах трансформаторов или сборных шинах.

Данная функция включает две уставки.

Максимальная частота (ANSI 81H)

Защита от чрезмерного превышения частоты.

Минимальная частота (ANSI 81L)

Обнаружение отклонений от номинальной частоты для поддержания высокого качества электроснабжения. Данная защита может действовать как на полное отключение, так и на разгрузку.

⁽¹⁾ Возможность повторного пуска двигателя учитывается с помощью логического входа.

Диапазон настройки

Функции	Диапазон уставок		Выдержки времени	
Максимальная токовая защита в фазах ⁽¹⁾				
номинальный ток (In)	1 A - 6250 A			
тип кривой	DT, SIT, VIT, LTI, EIT, UIT, RI			
независимая выдержка времени	0,3 - 24 In		мгн.; 0,05 - 300 с	
зависимая выдержка времени	0,3 - 2,4 In		0,1 - 12,5 с для 10 Is	
Защита от замыканий на землю ⁽¹⁾		Тип датчиков		
номинальный ток (In)	1 A - 6250 A			
тип кривой	DT, SIT, VIT, LTI, EIT, UIT, RI			
независимая выдержка времени	0,1 - 15 Ino 0,2 - 30 A 2 - 300 A 0,1 - 15 Ino	сумма 3 I фазн. CSH 120/200, 2 A ном. CSH 120/200, 20 A ном. 1 / 5 A IT с CSH или адаптером ⁽²⁾	мгн.; 0,05 - 300 с	
обратно зависимая выдержка времени	0,1 - 1 Ino 0,2 - 2 A 2 - 20 A 0,1 - 1 Ino	сумма 3 I фазн. CSH 120/200, 2 A ном. CSH 120/200, 20 A ном. 1 / 5 A IT с CSH или адаптером ⁽²⁾	0,1 - 12,5 с для 10 Iso	
Обратная последовательность/небаланс				
независимая выдержка времени	0,1 - 5 Ib		0,1 - 300 с	
зависимая выдержка времени	0,1 - 0,5 Ib		0,1 - 1 с	
Тепловая перегрузка			Режим 1	Режим 2
	коэфф. обратной последовательности	0 - 2,25 - 4,5 - 9		
	постоянные времени	нагрев	T1: 5 - 120 мин	T1: 5 - 120 мин
		охлаждение	T2: 5 - 600 мин	T2: 5 - 600 мин
	аварийный сигнал, отключение	50-300% номинальной тепловой мощности		
	фактор изменения кривой охлаждения	0 - 100%		
	условия изменения режима	с помощью уставки от 0,25 Is до 8Ib (двигатель)		
		через логический вход I26 (трансформатор)		
	макс. температура оборудования	60 - 200 °C		
Минимальный фазный ток				
	0,1 - 1 Ib		0,05 - 300 с	
Затянутый запуск/ блокировка ротора				
	0,5 - 5 Ib	ST время пуска	0,5 - 300 с	
		LT, LTS выдержка времени	0,05 - 300 с	
Количество пусков в час				
	1 - 60 за период	период	1 - 6 ч	
	1 - 60 последовательно	время между пусками	0 - 90 мин	
Температура (RTDs)				
	0 - 180 °C (32 - 356 °F)			
Максимальное линейное напряжение				
	50 - 150% Unp		0,05 - 300 с	
Минимальное напряжение прямой последовательности				
	30 - 100% Vnp (Unp/√3)		0,05 - 300 с	
Минимальное напряжение, однофазное				
	5 - 100% Unp		0,05 - 300 с	
Минимальное линейное напряжение				
	5 - 100% Unp		0,05 - 300 с	
Напряжение нулевой последовательности				
	2 - 80% Unp		0,05 - 300 с	
Максимальная частота				
	50 - 53 Гц или 60 - 63 Гц		0,1 - 300 с	
Минимальная частота				
уставка 1 и уставка 2	45 - 50 Гц или 55 - 60 Гц		0,1 - 300 с	

Примечание: номинальный ток In, номинальное напряжение Unp и ток Ino являются основными параметрами, задаваемыми при вводе в эксплуатацию и приводятся как значения на первичной обмотке измерительного трансформатора.

In - номинальный ток трансформаторов тока (номинал ТТ) (регулируется от 1 до 6250 А).

Unp - номинальное линейное напряжение на первичной обмотке трансформатора напряжения (регулируется от 220 В до 250 кВ).

Ino - номинальный ток ТТ нулевой последовательности.

Ib - ток, соответствующий номинальной нагрузке двигателя, регулируется от 0,4 до 1,3 In.

Значения тока, напряжения и частоты устанавливаются путем прямого ввода значений (разрешение: 1 А, 1 В, 1 Гц, 1 °C или °F).

⁽¹⁾ Регулируемый таймер с выдержкой времени: 0; от 0,05 до 300 с.

⁽²⁾ С преобразователем АСЕ 990 для торов нулевой последовательности с коэффициентом трансформации от 50 до 1500.

Sepam 1000⁺ выполняет основные функции управления и контроля, необходимые для работы электрической сети, что снижает необходимость использования дополнительных реле.

Функции контроля и управления могут быть изменены с помощью пакета программ SFT 2841, однако каждый тип Sepam поставляется с предварительно установленными параметрами, которые позволяют легко ввести устройство в эксплуатацию в большинстве случаев применения.

Возможны два режима управления

■ Интегрированный контроль выключателя.

Эта функция работает со всеми типами выключателей и условия отключения основаны на данных о положении выключателя, внешнем управлении и функции автоматического повторного включения (АПВ), и т.д.

■ Индивидуальное параметрирование выходных реле в соответствии с программируемой матрицей.

Контроль выключателя

Sepam используется для контроля работы выключателей с различными катушками включения и отключения:

- выключатели с катушкой отключения при подаче или исчезновении напряжения (настройка параметров с передней панели ⁽¹⁾ или с помощью программы SFT 2841);
- зацепляющие контакторы с катушкой отключения при подаче напряжения.

Управление выходными реле может параметрироваться (стандартные или с положительной безопасностью).

По умолчанию логика программирования адаптирована для управления выключателем с катушкой отключения при подаче напряжения.

Управление включением и выключением возможно через связь.

Удержание/квитирование (ANSI 86)

Удержание выходных реле может параметрироваться. Команды удержания отключения запоминаются и требуют квитирования для повторного ввода устройства в работу.

Пользователь производит квитирование по месту, нажав клавишу на передней панели, или дистанционно через логический вход или связь.

Блокировка включения (ANSI 69)

Sepam запрещает включение выключателя или контактора в соответствии с условиями эксплуатации.

Эта функция осуществляется при определенном присоединении катушки включения.

Блокировка тепловой защиты

Используется для вынужденного запуска двигателя через логический вход после отключения, произведенного тепловой защитой.

Повторный запуск

Активация логического входа разрешает повторный пуск вращающегося двигателя.

Дистанционное отключение

Выключатели или контакторы могут управляться дистанционно через логический вход или связь.

Разрешение дистанционного управления

Активация логического входа разрешает управление выключателем через связь.

Переключение групп уставок

Используется для переключения с одной группы уставок максимальных токовых защит и защит от замыкания на землю на другую группу уставок. Переключение может осуществляться активацией логического входа I13 или через связь.

Логическая селективность (ANSI 68)

Данная функция обеспечивает быстрое селективное отключение от максимальных токовых фазных защит и защит от замыканий на землю как с независимой выдержкой времени, так и с зависимой, без необходимости использования ступеней селективности по времени для защит разного уровня.

Устройство защиты нижнего уровня передает сигнал блокировки при превышении порога срабатывания защиты.

Устройство защиты верхнего уровня получает сигнал блокировки на логическом входе, используемом для функции блокировки. Механизм сохранения обеспечивает работу защиты в случае повреждения линии блокировки.

Сигнализация (ANSI 30)

Sepam показывает появление аварийных сигналов при помощи:

- сигнальных ламп на передней панели;
- сообщений на дисплее.

Назначение сигнальных ламп может параметрироваться.

Последовательность работы сигнализации (усовершенствованный UMI):

- при появлении какого-то события загорается сигнальная лампа и на дисплее появляется соответствующее сообщение;
- пользователь нажимает кнопку «clear» для удаления сообщения;
- после устранения неисправности и нажатия кнопки «reset» сигнальная лампа гаснет и/или сообщение исчезает и происходит перезапуск защиты.

Параметрируемые выходные реле могут использоваться для дистанционной сигнализации.

Дистанционная сигнализация

Используется для дистанционного получения информации через связь.

Может быть получена информация о положении выключателя, аварийных сигналах, сигналах снижения давления SF6 и т.д.

Контроль цепи отключения

Обнаруживает неисправности в цепи отключения (выключатель с катушкой отключения при подаче напряжения). Обнаруживает некорректность данных о положении выключателя (выключатель с катушкой отключения при исчезновении напряжения).

Устройство отслеживания готовности

Показывает неисправность Sepam.

Тестирование выходных реле

Эта функция используется для активации каждого из выходных реле. ⁽¹⁾

Перечень основных сообщений ⁽¹⁾

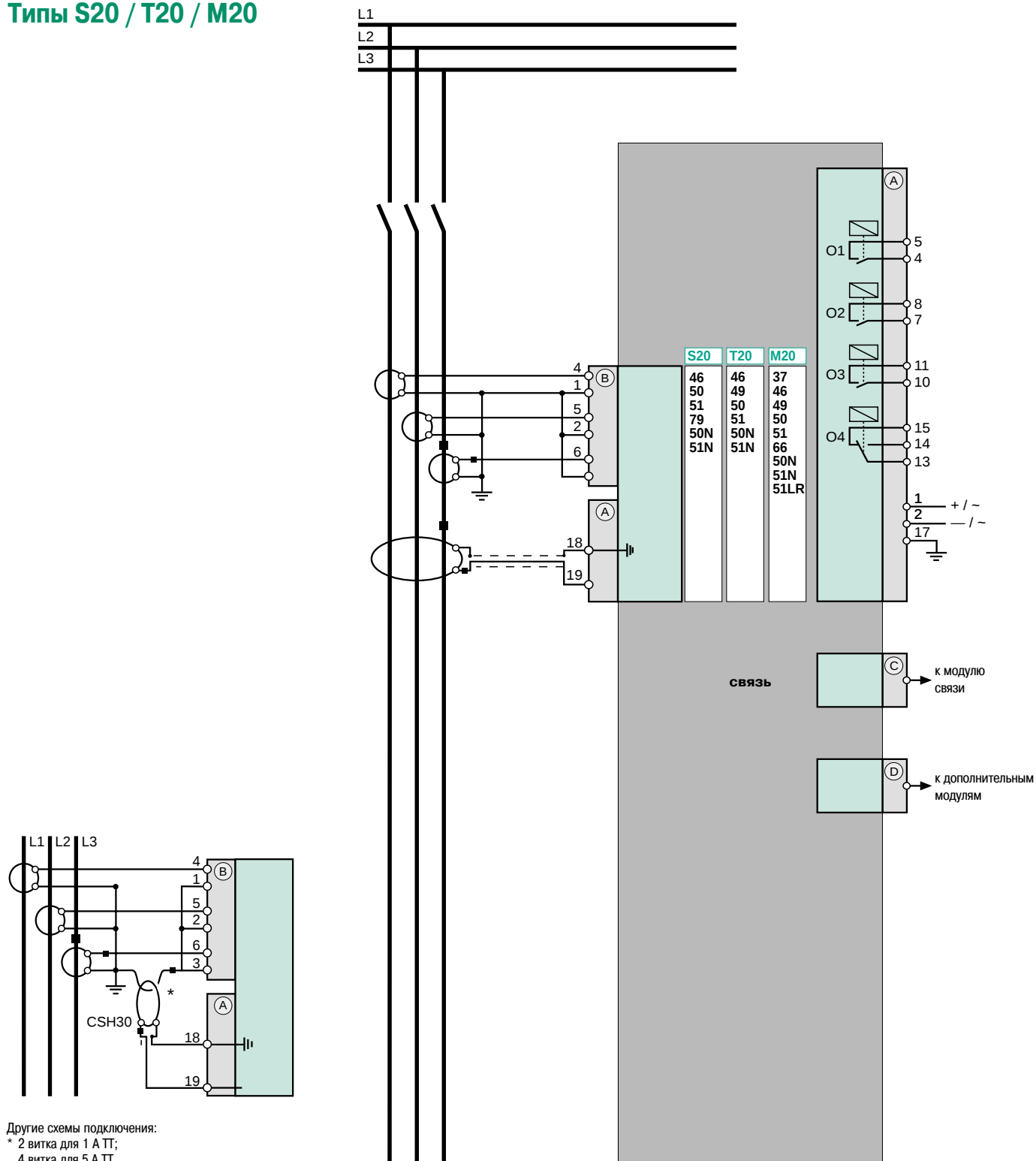
Функции	Сообщения ⁽²⁾
макс. токовая в фазах	PHASE FAULT
макс. токовая на землю	Io FAULT
тепловая перегрузка	THERMAL ALARM THERMAL TRIP
небаланс / обратная последовательность	UNBALANCE
блокировка ротора	ROTOR BLOCKING
затянутый запуск	LONG START
количество пусков в час	START INHIBIT
мин. токовая в фазах	UNDERCURRENT
максимальное напряжение	OVERVOLTAGE
минимальное напряжение	UNDERVOLTAGE
мин. напряжение прямой последовательности	UNDERVOLTAGE
напряжение нулевой последовательности	Vo FAULT
максимальная частота	OVER FREQ.
минимальная частота	UNDER FREQ.
температура	OVER TEMP TRIP
термостат ⁽³⁾	THERMOST. TRIP
газовое реле ⁽³⁾	BUCHH/GAS TRIP
неудачное АПВ	PERMANENT FAULT
удачное АПВ	CLEARED FAULT

⁽¹⁾ Sepam, оснащенный усовершенствованным UMI или SFT 2841.

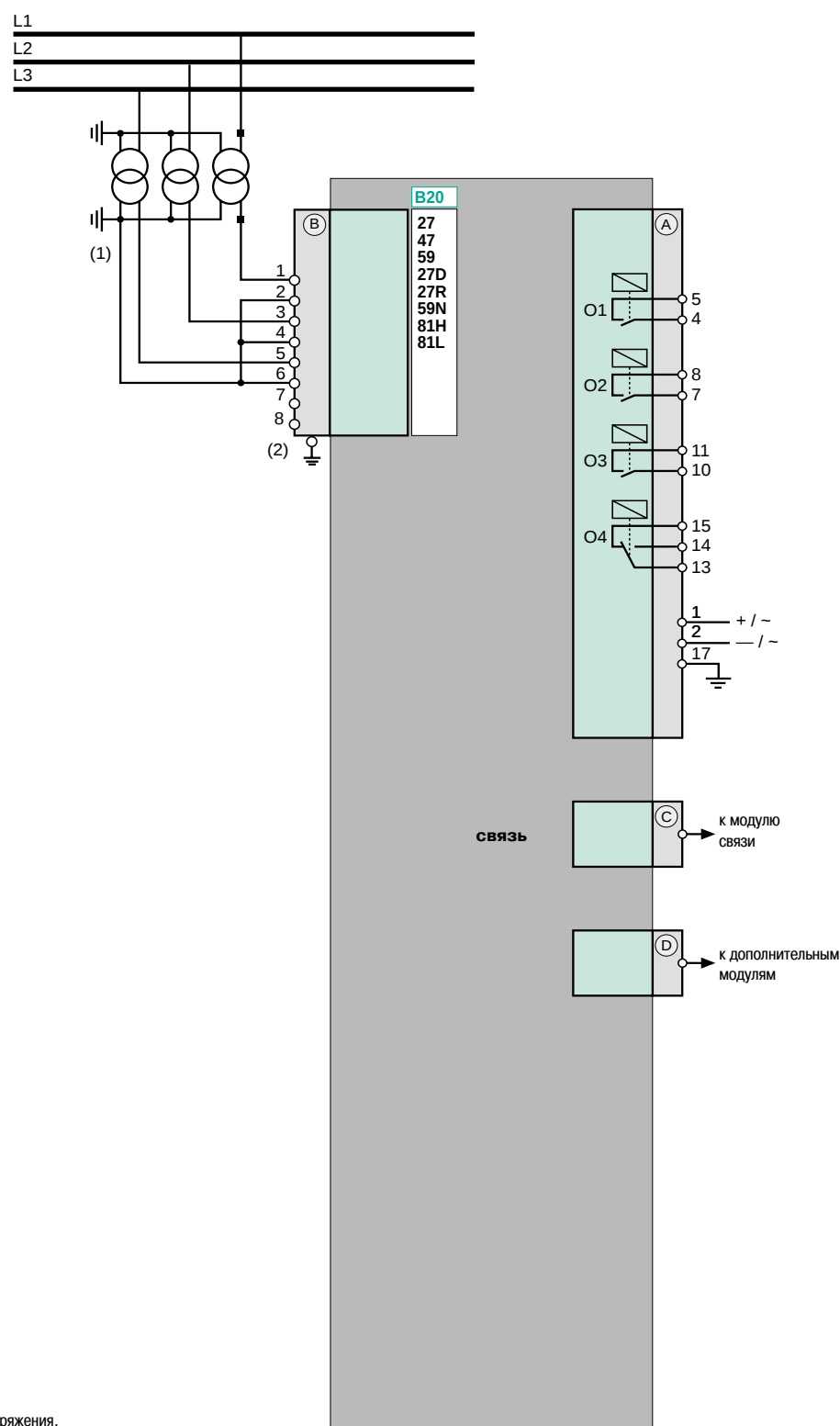
⁽²⁾ Сообщения по умолчанию, формулировка сообщений может быть изменена (пожалуйста, проконсультируйтесь в «Шнейдер Электрик»).

⁽³⁾ Или датчик температуры, газа, давления.

Типы S20 / T20 / M20



Тип B20



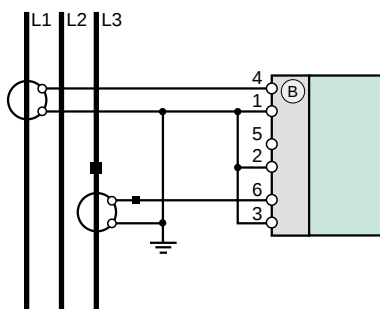
⁽¹⁾ Это подключение используется для расчета остаточного напряжения.

⁽²⁾ Клемма заземления ССТ 640.

Другие схемы подключения

Фазный ток

Подключение двух трансформаторов тока.



Ток нулевой последовательности

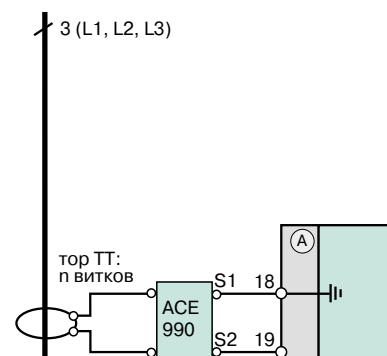
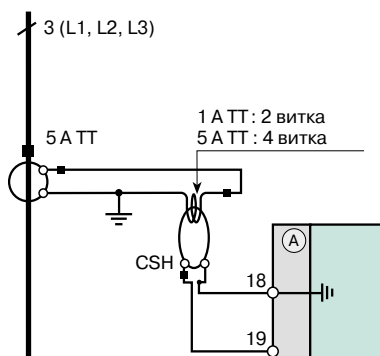
■ Подключение промежуточного тора CSH к трансформаторам тока 1А:

выполнить 2 витка через тор CSH.

■ Подключение промежуточного тора CSH к трансформаторам тока 5А:

выполнить 2 витка через тор CSH (монтаж в комбинации с установкой параметров типа ТТ и его номинального тока).

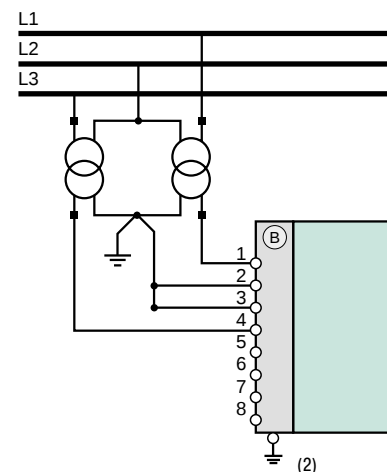
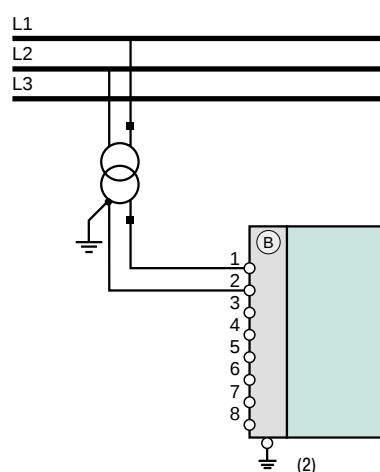
■ Подключение преобразователя ACE 990 к тору нулевой последовательности с коэффициентом трансформации от 50 до 1500.



Фазное напряжение

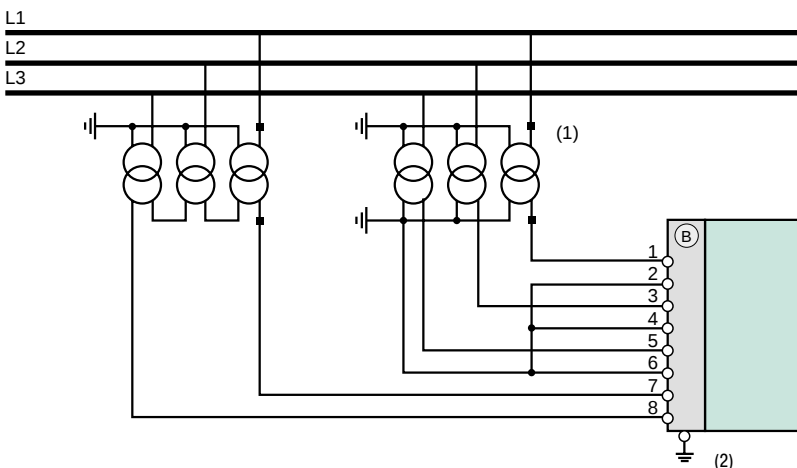
Присоединение трансформатора напряжения (не позволяет выполнить защиты минимального напряжения прямой последовательности, напряжения нулевой последовательности или измерение напряжения нулевой последовательности и напряжения прямой последовательности).

Присоединение двух трансформаторов напряжения по V-образной схеме (не позволяет выполнить защиту напряжения нулевой последовательности или измерение напряжения нулевой последовательности).



Фазное напряжения и напряжение нулевой последовательности

Подсоединение трансформаторов по схеме открытого треугольника для измерения напряжения нулевой последовательности.



⁽¹⁾ Измерение фазного напряжения с 1, 2 или 3 ТН (см. схему справа).

⁽²⁾ Клемма заземления ССТ 640.

Логические входы и выходы

Базовое устройство Sepam 1000⁺ имеет 4 выхода.

Эти выходы могут быть расширены добавлением одного из двух вариантов модулей MES:

- MES 108 (4 выхода, 4 входа);
- MES 114 (4 выхода, 10 входов).

Параметрирование входов и выходов может быть осуществлено с помощью программного обеспечения SFT 2841.

Примечание: входы свободны от потенциала, внешний источник питания постоянного тока.

Задняя панель модуля MES 114 (MES 108)

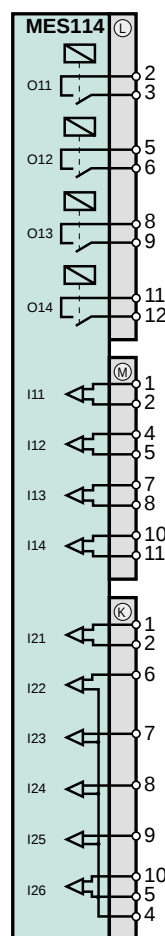
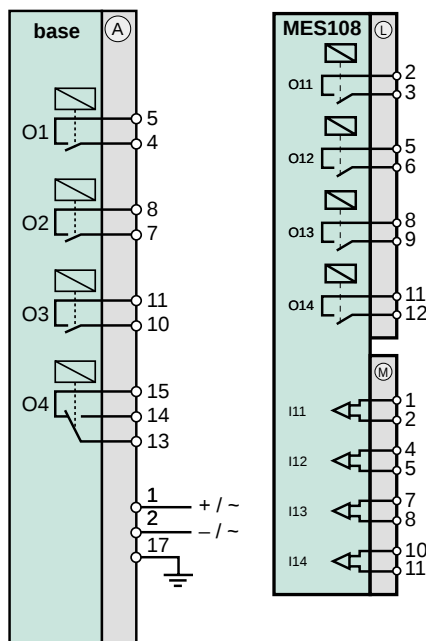
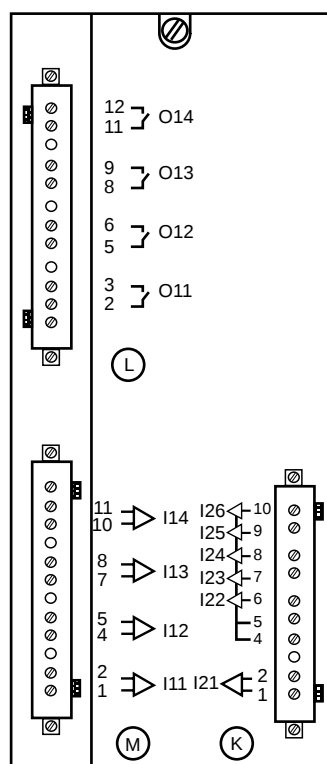


Схема присоединения для управления выключателем с катушкой отключения при подаче напряжения и контроля цепи отключения

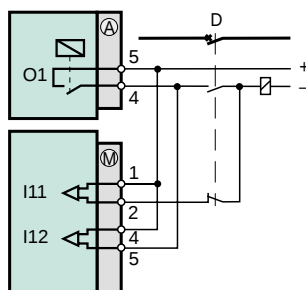
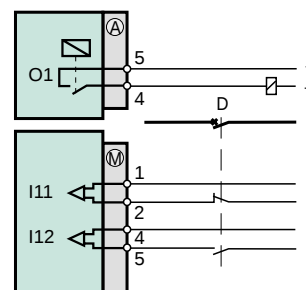


Схема подсоединения для управления выключателем с катушкой отключения при исчезновении напряжения и контроля согласованного положения выключателя



Назначение выходов

O1	отключение
O2	блокировка включения
O4	устройство отслеживания готовности
O11	команда включения

Назначение входов в соответствии с применением

Необходимо выполнить специальное параметрирование и монтаж для использования некоторых функций управления и контроля

Входы	S20	T20
I11	положение «отключено»	положение «отключено»
I12	положение «включено»	положение «включено»
I13	прием сигнала логич. селек. / переключение групп уставок	прием сигнала логич. селек. / переключение групп уставок
I14	внешнее квитирование	секционный выключатель отключен / внешнее квитирование
I21	внешнее отключение 1 внешняя синхронизация сети	внешнее отключение 1 (сообщение об отключении газового реле) внешняя синхронизация сети
I22	внешнее отключение 2	внешнее отключение 2 (сообщение об отключении термостата)
I23	внешнее отключение 3	сигнал газового реле (сообщение о сигнале газового реле) внешнее отключение 3 (сообщение об отключении по давлению)
I24	окончание взвода привода	сигнал термостата (сообщение о сигнале термостата) окончание взвода привода
I25	блокировка дистанционного управления SF6 (1)	блокировка дистанционного управления SF6 (1)
I26	блокировка АПВ SF6 (2)	изменение теплового баланса блокировка по тепловой перегрузке SF6 (2)

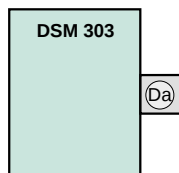
Входы	M20	B20
I11	положение «отключено»	положение «отключено»
I12	положение «включено»	положение «включено»
I13	переключение групп уставок А/В	
I14	внешнее квитирование	внешнее квитирование
I21	внешнее отключение 1 внешняя синхронизация сети	внешнее отключение 1 внешняя синхронизация сети
I22	внешнее отключение 2 повторный запуск	внешнее отключение 2
I23	внешнее отключение 3 определение напряжения вращения ротора	внешнее отключение 3
I24	окончание взвода привода	
I25	блокировка дистанционного управления SF6 (1)	блокировка дистанционного управления SF6 (1)
I26	блокировка по тепловой перегрузке изменение теплового баланса SF6 (2)	SF6 (2)

Примечание: все логические входы доступны через связь и имеются в матрице программы SFT 2841 для других предварительно оговоренных применений.

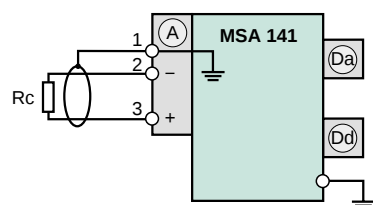
Присоединение дополнительных модулей

Выносные модули

Выносной UMI (DSM 303)



Аналоговый выход (MSA 141)



$R_c < 600 \text{ Ом}$ (включая сопротивление подводящих проводов)

Модуль подключения температурных датчиков (MET 148)

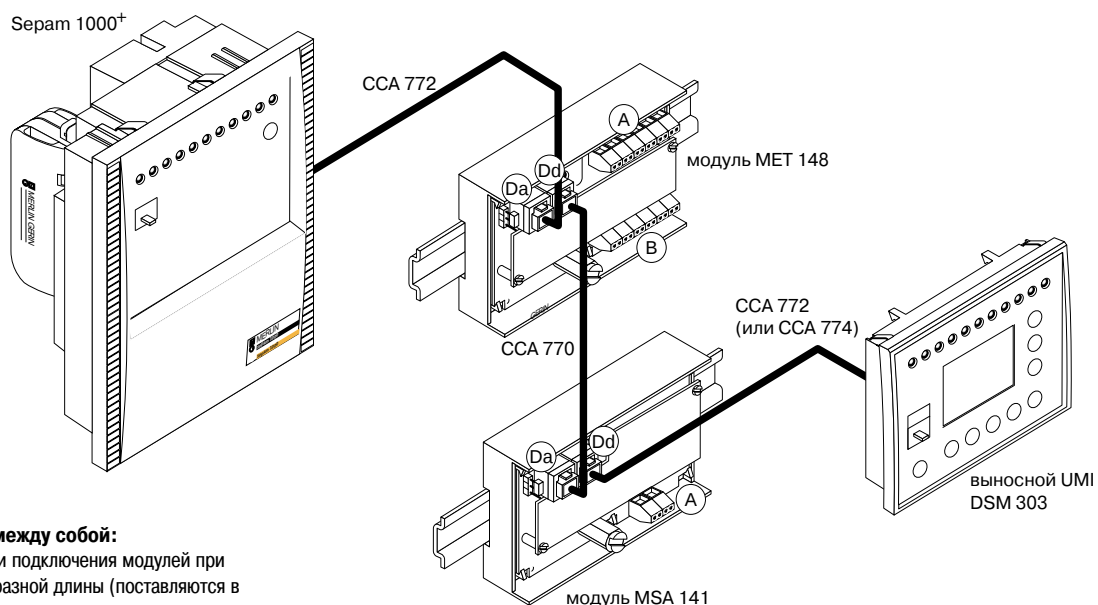
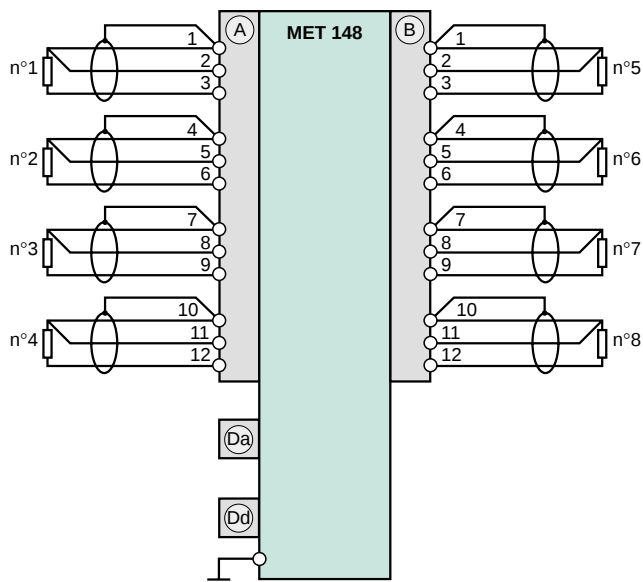


Схема соединения модулей между собой:

Возможны различные комбинации подключения модулей при использовании готовых кабелей разной длины (поставляются в трех вариантах длины):

- CCA 770 (Д=0,6 м);
- CCA 772 (Д=2 м);
- CCA 774 (Д=4 м).

Модули соединяются с помощью кабелей, обеспечивающих питание и связывающих их с базовым устройством (разъем D с разъемом Da и т.д.).

Общая длина соединения от базового блока до последнего модуля в цепочке не должна превышать 10 м, а модуль DSM может подключаться только в конце этого соединения.

Связь Modbus (разновидность Jbus) может использоваться для подключения Sepam к удаленной системе управления и контроля, имеющий канал связи Modbus-ведущий с физическим соединением типа RS 485.

Функции, поддерживаемые связью Modbus

Протокол Modbus для Sepam поддерживает 11 функций:

- функция 1: чтение п выходных или внутренних битов;
- функция 2: чтение п входных битов;
- функция 3: чтение п входных или внутренних слов;
- функция 4: чтение п входных слов;
- функция 5: чтение 1 бита;
- функция 6: чтение 1 слова;
- функция 7: скоростное чтение 8 битов;
- функция 8: чтение счетчиков диагностики;
- функция 11: чтение счетчиков событий;
- функция 15: запись п битов;
- функция 16: запись п слов.

Поддерживаются следующие исключительные коды:

- 1: код неизвестной функции;
- 2: неправильный адрес;
- 7: нет подтверждения (дистанционное чтение и параметрирование).

Доступные данные

Число доступных данных зависит от типа Sepam.

Считывание измерений

- фазный ток и ток замыкания на землю;
- максиметр фазных токов;
- токи отключения;
- кумулятивное значение токов отключения;
- линейное, фазное и напряжение нулевой последовательности;
- частота;
- температура;
- тепловая мощность;
- количество пусков и время запрета запуска;
- счетчик часов работы;
- ток и время запуска;
- время до отключения по перегрузке;
- время ожидания после отключения;
- время работы и число коммутаций, время взвода привода.

Считывание данных логики управления

- для определения состояния данных логики управления используется таблица с 64 заранее заданными дистанционными сигналами (TS) (в зависимости от типа Sepam);
- чтение состояния 10 цифровых входов.

Команды дистанционного управления

Запись 16 команд импульсного типа (TC) в прямом режиме или в режиме SBO (выбор с подтверждением) путем 16-битного выбора.

Другие функции

- чтение конфигурации и идентификации Sepam;
- временная маркировка событий (синхронизация по сети или внешняя, через логический вход I21), маркировка времени совершения события с точностью до миллисекунды;
- дистанционное чтение уставок защит Sepam (дистанционное чтение);
- дистанционное параметрирование защит (дистанционное параметрирование);
- передача записанных данных цифрового осциллографирования.

Зона контроля

Зона включает все данные, используемые системой дистанционного управления и контроля, и доступна за одну операцию чтения.

Характеристики

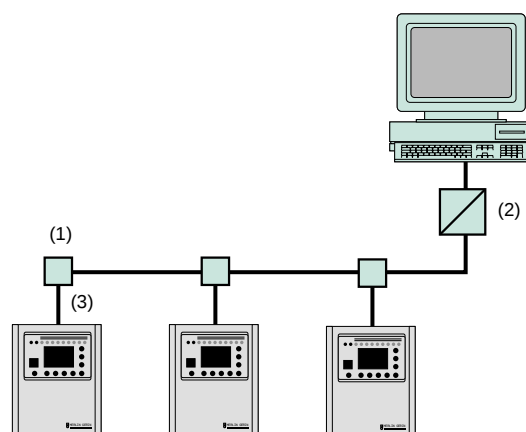
тип передачи	асинхронный серийный
протокол	Modbus-ведомый
скорость	4800, 9600, 19200, 38400 бод
формат данных	1 старт, 8 бит, без четности, 1 стоп 1 старт, 8 бит, четный, 1 стоп 1 старт, 8 бит, нечетный, 1 стоп
электрический интерфейс	2-проводная линия, соответствует стандарту EIA RS 485
максимальная дистанция	250 м
количество Sepam на линию	25
количество ведущих устройств	1
тип подключения	клеммы под винт / присоединение экрана
время ответа	менее 15 мс

Ввод в эксплуатацию сети Modbus

Для надежного ввода в эксплуатацию сети связи, как с точки зрения электрического подключения, так и электромагнитной совместимости, используются специальные принадлежности:

- модуль интерфейса связи ⁽¹⁾ (ACE 949);
- конвертор RS 485 / RS 232 (ACE 909) или RS 485 / RS 485 (ACE 919) ⁽²⁾.

Данные принадлежности, помимо прочего, используются для поляризации и согласования линии связи.



⁽¹⁾ Модуль интерфейса связи ACE 949, необходимый для подключения Sepam 1000⁺, с кабелем для присоединения к Sepam ⁽³⁾.

Модуль интерфейса связи (ACE 949)

Данный модуль позволяет добиться простой и надежной работы двухпроводной линии связи RS 485.

Питание модуля интерфейса связи (ACE 949, точки V- и V+) обеспечивается через сетевой кабель с помощью только одного устройства, которое используется для питания до 25 модулей.

Соединение устройств в сеть выполняется с использованием экранированного кабеля, состоящего из двух витых пар.

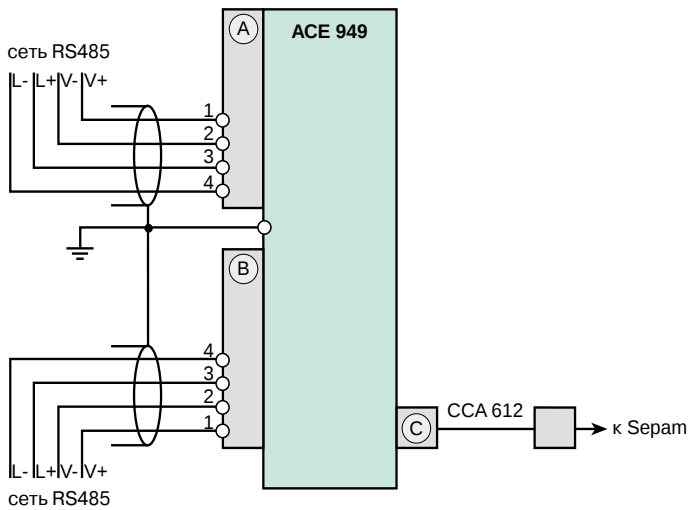
Кабель, рекомендуемый для соединения модулей ACE 949, имеет следующие характеристики:

- витая пара с медно-оловянной экранирующей оплеткой, с покрытием не менее 65%;
- полное сопротивление: 120 Ом;
- диаметр: AWG 24;
- сопротивление на единицу длины: менее 100 Ом/км;
- емкость между проводниками: менее 60 пФ/м;
- емкость между проводником и обмоткой: менее 100 пФ/м.

Примеры совместимых кабелей:

- поставщик: BELDEN, каталожный номер: 9242;
- поставщик: FILOTEX, каталожный номер: FMA-2PS.

Каждый модуль поставляется с готовым кабелем CCA 612 длиной 3 м, подсоединяемым к выходу C Sepam 1000+.



Телесигнализация и команды дистанционного управления

Sepam 1000+ передает через линию связи:

- 64 телесигнала (TS), которые соответствуют различным состояниям функций защиты и управления;
- 16 команд дистанционного управления (ТС), которые используются для управления определенными функциями выключателя. Телесигналы TS и команды дистанционного управления ТС используются в соответствии с типом Sepam 1000+, как указано в таблице;
- состояние 10 цифровых входов.

Режим дистанционного управления

Команды дистанционного управления могут выполняться в двух режимах (выбор осуществляется через общее параметрирование для всех команд дистанционного управления):

- прямой режим: команда дистанционного управления (ТС, передаваемая команда) выполняется сразу по получению;
- режим «SBO» (выбор с подтверждением).

Режим «SBO» включает 2 шага:

- ☐ выбор посылаемой команды телеуправления (STC);
 - ☐ проверка выбора посредством повторного чтения;
 - ☐ выполнение соответствующей команды телеуправления (ТС).
- команды дистанционного управления могут блокироваться активацией логического входа I25 в соответствии с параметрированием логики управления.

Назначение TS (телесигнализация)

TS	Назначение	S20	T20	M20	B20
1	защита 50/51, реле 1, группа A	■	■	■	
2	защита 50/51, реле 2, группа A	■	■	■	
3	защита 50/51, реле 1, группа B	■	■	■	
4	защита 50/51, реле 2, группа B	■	■	■	
5	защита 50N/51N, реле 1, группа A	■	■	■	
6	защита 50N/51N, реле 2, группа A	■	■	■	
7	защита 50N/51N, реле 1, группа B	■	■	■	
8	защита 50N/51N, реле 2, группа B	■	■	■	
9	защита 49 RMS, уставка авар. сигнализации		■	■	
10	защита 49 RMS, уставка отключения		■	■	
11	защита 37 (минимальный ток)			■	
12	защита 46 (обратная последовательность / небаланс)	■	■	■	
13	защита 48/51 RL (блокировка ротора)			■	
14	блокировка ротора при запуске				
15	затянутый запуск				
16	защита 66 (количество пусков в час)			■	
17	защита 27D (мин. напряжение прямой последовательности), реле 1			■	
18	защита 27D (мин. напряжение прямой последовательности), реле 2			■	
19	защита 27 (минимальное линейное напряжение), реле 1				■
20	защита 27 (минимальное линейное напряжение), реле 2				■
21	защита 27R (минимальное напряжение, однофазная), реле 1				■
22	защита 59 (максимальное линейное напряжение), реле 1				■
23	защита 59 (максимальное линейное напряжение), реле 2				■
24	защита 59N (напряжение нулевой последовательности), реле 1				■
25	защита 59N (напряжение нулевой последовательности), реле 2				■
26	защита 81H (максимальная частота)				■
27	защита 81L (минимальная частота), реле 1				■
28	защита 81L (минимальная частота), реле 2				■

Назначение TS (продолжение)

TS	Назначение	S20	T20	M20	B20
29	резерв				
30	резерв				
31	резерв				
32	резерв				
33	резерв				
34	АПВ введено	■			
35	АПВ в действии	■			
36	окончательное отключение АПВ	■			
37	успешное АПВ	■			
38	передача сигнала логической блокировки	■	■	■	
39	блокировка дистанционного параметрирования	■	■	■	■
40	блокировка дистанционного управления	■	■	■	■
41	Sepam не квитирован после аварийного отключения	■	■	■	■
42	рассогласование положения и последней телекоманды	■	■	■	■
43	несогласованное положение / контроль цепи отключения	■	■	■	■
44	сохранение осциллограмм аварийных режимов	■	■	■	■
45	неисправность управления	■	■	■	■
46	запуск записи осциллограмм аварийных режимов	■	■	■	■
47	блокировка тепловой защиты		■	■	
48	неисправность датчика RTD		■	■	
49	защита 49Т, аварийный сигнал, датчик 1		■	■	
50	защита 49Т, отключение, датчик 1		■	■	
51	защита 49Т, аварийный сигнал, датчик 2		■	■	
52	защита 49Т, отключение, датчик 2		■	■	
53	защита 49Т, аварийный сигнал, датчик 3		■	■	
54	защита 49Т, отключение, датчик 3		■	■	
55	защита 49Т, аварийный сигнал, датчик 4		■	■	
56	защита 49Т, отключение, датчик 4		■	■	
57	защита 49Т, аварийный сигнал, датчик 5		■	■	
58	защита 49Т, отключение, датчик 5		■	■	
59	защита 49Т, аварийный сигнал, датчик 6		■	■	
60	защита 49Т, отключение, датчик 6		■	■	
61	защита 49Т, аварийный сигнал, датчик 7		■	■	
62	защита 49Т, отключение, датчик 7		■	■	
63	защита 49Т, аварийный сигнал, датчик 8		■	■	
64	защита 49Т, отключение, датчик 8		■	■	

Назначение TC (команды дистанционного управления)

TC	Назначение	S20	T20	M20	B20
1	отключение	■	■	■	■
2	включение	■	■	■	■
3	переключение на уставки группы А	■	■	■	
4	переключение на уставки группы В	■	■	■	
5	квитирование Sepam	■	■	■	■
6	обнуление максиметров тока	■	■	■	
7	блокировка тепловой защиты		■	■	
8	запуск записи осциллограмм авар. режимов	■	■	■	■
9	подтверж. запуска записи осциллограмм авар. режимов	■	■	■	■
10	ручной запуск записи осциллограмм аварийных режимов	■	■	■	■
11	АПВ введено	■			
12	отключение АПВ	■			
13	подтверждение тепловой защиты				
14	резерв				
15	резерв				
16	резерв				

Функции измерения

Функции измерения доступны через два меню:

- оперативные измерения (кнопка )
 - фазный ток;
 - среднее значение тока и максиметры токов;
 - ток нулевой последовательности;
 - линейное напряжение;
 - фазное напряжение;
 - напряжение нулевой последовательности;
 - частота;
 - температура;
- данные диагностики сети и выключателя (кнопка )
 - ток отключения;
 - ток обратной последовательности;
 - кумулятивное значение токов отключения;
 - напряжение прямой последовательности;
 - время коммутации;
 - время взвода привода.

Фазный ток

Описание функции

Данная функция дает действующее значение фазного тока:

- I1: ток фазы 1;
- I2: ток фазы 2;
- I3: ток фазы 3.

Функция основывается на измерении действующего значения тока и учитывает гармоники (до 17-й гармоники).

Получение данных

Данные измерений могут быть получены:

- с дисплея ⁽¹⁾ при помощи кнопки ;
- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- через связь;
- через аналоговый выход дополнительного модуля MSA 141.

⁽¹⁾ Sepam с опцией усовершенствованного UMI.

Характеристики

диапазон измерений	0,1 - 1,5 In ^{(1) (3)}
единицы измерения	A или kA
точность	± 1%, ±1 цифра ⁽²⁾ (тип.) ±2% при 0,3 - 1,5 In ±5%, если < 0,3 In
формат дисплея	3 значимые цифры
время обновления	1 с (тип.)

⁽¹⁾ In - номинальный ток, указываемый при установке основных параметров.

⁽²⁾ В In, в стандартных условиях (МЭК 60255-6).

⁽³⁾ Разрешение 0,1 A.

Среднее значение тока и максиметры токов

Описание функции

Данная функция дает:

- среднее действующее значение тока в каждой фазе, за заранее заданный период;
- наибольшее значение среднего тока, полученное со времени последней перезагрузки.

Функция основывается на измерении основной составляющей.

Каждое среднее значение обновляется в конце каждого периода.

Получение данных

Данные измерений могут быть получены:

- с дисплея ⁽¹⁾ при помощи кнопки ;
- через связь (TC6).

Сброс

- с дисплея ⁽¹⁾ при помощи кнопки «clear», в случае индикации значения максиметров;
- при помощи команды «clear» в программе SFT 2841;
- через связь (TC6).

⁽¹⁾ Sepam с опцией усовершенствованного UMI.

Характеристики

диапазон измерений	0,1 - 1,5 In ^{(1) (3)}
единицы измерения	A или kA
точность	± 1% ⁽³⁾ (тип.) ±2% при 0,3 - 1,5 In ±5%, если < 0,3 In
формат дисплея	3 значимые цифры
время обновления	5, 10, 16, 30, 60 мин

⁽¹⁾ In - номинальный ток, указываемый при установке основных параметров.

⁽²⁾ Разрешение 0,1 A.

⁽³⁾ В In, в стандартных условиях (МЭК 60255-6).

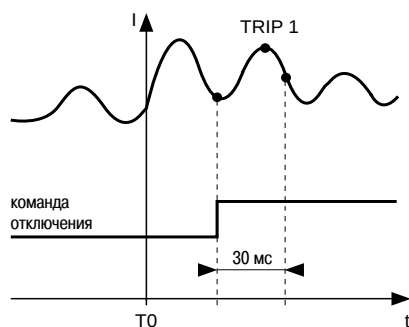
Токи отключения

Описание функции

Данная функция дает действующее значение тока в предполагаемый момент отключения:

- TRIP1: ток фазы 1;
- TRIP2: ток фазы 2;
- TRIP3: ток фазы 3.
- TRIP0: ток нулевой последовательности.

Функция основывается на измерении основной составляющей.



Это значение определяется как максимальное действующее значение за период времени 30 мс после активации контактов отключения на выходе О1.

Получение данных

Данные измерений могут быть получены:

- с дисплея ⁽¹⁾ при помощи кнопки
- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- через связь.

⁽¹⁾ Seram с опцией усовершенствованного UMI.

Ток нулевой последовательности

Описание функции

Данная функция дает действующее значение тока нулевой последовательности I_0 .

Она основывается на измерении основной составляющей.

Получение данных

Данные измерений могут быть получены:

- с дисплея ⁽¹⁾ при помощи кнопки
- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- через связь.

⁽¹⁾ Seram с опцией усовершенствованного UMI.

Характеристики

диапазон измерений	фазный ток	0,1 - 40 I_n ⁽¹⁾
	ток нулевой последовательности	0,1 - 20 I_{n0} ⁽¹⁾
точность	$\pm 5\%$, ± 1 цифра	
формат дисплея	3 значимые цифры	
единицы измерения	А или кА	

⁽¹⁾ I_n , I_{n0} - номинальный ток, указываемый при установке общих параметров.

⁽²⁾ Если ток превышает верхнее значение диапазона, дисплей показывает >.

Характеристики

диапазон измерений	0,1 - 1,5 I_{n0} ^{(1) (3)}	
подключение 3 ТТ	0,1 - 1,5 I_{n0} ^{(1) (3)}	
подключение 1 ТТ с тором-адаптером CSH30	0,1 - 1,5 I_{n0} ^{(1) (3)}	
подключение тора нулевой последовательности с ACE 990	0,1 - 1,5 I_{n0} ^{(1) (3)}	
подключение тора CSH к входу	ном. 2 А	0,2 - 3 А
	ном. 20 А	2 - 30 А
единицы измерения	А или кА	
точность ⁽²⁾	$\pm 1\%$ в I_{n0} (тип.)	
	$\pm 2\%$ при 0,3 - 1,5 I_{n0}	
	$\pm 5\%$, если $< 0,3 I_{n0}$	
формат дисплея	3 значимые цифры	
время обновления	1 с (тип.)	

⁽¹⁾ I_{n0} - номинальный ток, указываемый при установке основных параметров.

⁽²⁾ При I_n , в стандартных условиях (МЭК 60255-6), без учета точности датчиков.

⁽³⁾ Разрешение 0,1 А.

Небаланс / ток обратной последовательности

Описание функции

Данная функция дает значение небаланса в соответствии с током обратной последовательности:

$$\mathbf{I}_i = \mathbf{I}_i / \mathbf{I}_b$$

Ток обратной последовательности определяется по фазным токам.

■ 3 фазы

$$\vec{I}_i = \frac{1}{3} \times (\vec{I}_1 + a^2 \vec{I}_2 + a \vec{I}_3),$$

$$\text{где } a = e^{j \frac{2\pi}{3}};$$

■ 2 фазы

$$\vec{I}_i = \frac{1}{\sqrt{3}} \times (\vec{I}_1 - a^2 \vec{I}_3),$$

$$\text{где } a = e^{j \frac{2\pi}{3}}$$

Эти две формулы эквивалентны в случае отсутствия замыкания на землю.

Получение данных

Данные измерений могут быть получены:

- с дисплея ⁽¹⁾ при помощи кнопки ;
- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- через связь.

⁽¹⁾ Sepam с опцией усовершенствованного UMI.

Ток и время запуска / перегрузки

Время запуска / перегрузки - это период времени с момента, когда один из трех фазных токов превысил 1,2 I_b, и до момента, когда три тока снизятся ниже 1,2 I_b. Максимальный фазный ток, достигнутый в течение этого периода, является пусковым током / током перегрузки.

Получение данных

Данные измерений могут быть получены:

- с дисплея ⁽¹⁾ при помощи кнопки ;
- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- через связь.

⁽¹⁾ Sepam с опцией усовершенствованного UMI.

Счетчик часов работы / времени работы

Этот счетчик дает кумулятивное значение часов, в течение которых защищаемое оборудование (двигатель или трансформатор) было в работе. Начальное значение счетчика может быть установлено с помощью программы SFT 2841.

Получение данных

Данные измерений могут быть получены:

- с дисплея ⁽¹⁾ при помощи кнопки ;
- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- через связь.

⁽¹⁾ Sepam с опцией усовершенствованного UMI.

Характеристики

диапазон измерений ⁽¹⁾	10 - 500
единицы измерения	% I _b
точность	±2%
формат дисплея	3 значимые цифры
время обновления	1 с (тип.)

⁽¹⁾ Разрешение 1%.

Характеристики времени пуска / перегрузки

диапазон измерений	0 - 300 с
единицы измерения	с или мс
разрешение	10 мс или 1 цифра
формат дисплея	3 значимые цифры
время обновления	1 с (тип.)

Характеристики тока пуска / перегрузки

диапазон измерений	1,2 I _b - 24 I _n ⁽¹⁾
единицы измерения	A или kA
разрешение	0,1 A или 1 цифра
формат дисплея	3 значимые цифры
время обновления	1 с (тип.)

⁽¹⁾ Или 65,5 kA.

Характеристики

диапазон измерений	0 - 65535
единицы измерения	ч

Кумулятивное значение токов отключения и количество коммутаций

Описание функции

Данная функция показывает кумулятивное значение токов отключения в килоамперах в квадрате (кА)² для пяти диапазонов.

Она основывается на измерении основной составляющей.

Диапазоны токов:

- $0 < I < 2 I_n$;
- $2 I_n < I < 5 I_n$;
- $5 I_n < I < 10 I_n$;
- $10 I_n < I < 40 I_n$;
- $I > 40 I_n$.

Эта функция также дает общее количество коммутаций и полный кумулятивный ток отключения в (кА)².

Пожалуйста, обратитесь к документации по выключателю для использования этой информации.

Данная функция активизируется командой отключения.

Каждое значение сохраняется в случае перебоев питания.

Характеристики

Количество коммутаций

диапазон	1 - 65500
кумулятивное значение токов отключения (кА) ²	
диапазон	0 - 65500 (кА) ²
единицы измерения	первичные (кА) ²
точность ⁽¹⁾	± 10%, ± 1 цифра

⁽¹⁾ В I_n , в стандартных условиях (МЭК 60255-6).

Получение данных

Данные измерений могут быть получены:

- с дисплея ⁽¹⁾ при помощи кнопки 
- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- через связь.

Исходные данные могут быть введены с помощью программы SFT 2841 для учета реального состояния используемого выключателя.

Запись осциллограмм аварийных режимов

Описание функции

Данная функция используется для регистрации аналоговых сигналов и логических состояний.

Сохранение записей в памяти инициализируется в соответствии с событием отключения.

Сохраняемая запись начинается до события отключения и продолжается после него.

Запись содержит следующую информацию:

- значения аналоговых и дискретных сигналов;
- дату;
- характеристики записанных каналов.

Файлы записываются в программе хранения информации типа FIFO (First In First Out): самый старый файл стирается при записи нового.

Передача файлов

Файлы могут быть получены по месту или через связь:

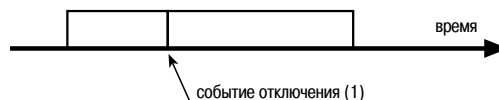
- по месту: с использованием ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841 и соединенного с разъемом на передней панели;
- через связь: с использованием специального программного обеспечения системы управления и контроля.

Дисплей

Анализ записанных сигналов производится с помощью программного обеспечения SFT 2826.

Принцип действия

сохраняемая запись



Характеристики

продолжительность записи	x периодов до события инициализации ⁽¹⁾ , всего 86 периодов
содержание записи	файл конфигурации: дата, характеристики канала, коэффициент трансформации измерительного трансформатора, файл выборки 12 значений на период/записанный сигнал
записанные аналоговые сигналы ⁽²⁾	4 канала тока (I1, I2, I3, Io) 4 канала напряжения (V1, V2, V3, Vo)
логические сигналы	10 цифровых вводов
кол-во сохраняемых в памяти записей	2
формат файла	COMTRADE 97

⁽¹⁾ В соответствии с установленными параметрами в SFT 2841 (по умолчанию 36 периодов).

⁽²⁾ В соответствии с типом датчика и присоединением.

Функции измерения (продолжение)

Линейные напряжения

Описание функции

Данная функция дает действующее значение линейного напряжения частотой 50 или 60 Гц (в соответствии с датчиком напряжения):

- напряжение U₂₁ между фазами 2 и 1;
- напряжение U₃₂ между фазами 3 и 2;
- напряжение U₁₃ между фазами 1 и 3.

Функция основывается на измерении основной составляющей.

Получение данных

Данные измерений могут быть получены:

- с дисплея ⁽¹⁾ при помощи кнопки ;
- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- через связь;
- через аналоговый выход дополнительного модуля MSA 141.

⁽¹⁾ Sepam с опцией усовершенствованного UMI.

Характеристики

диапазон измерений	0,05 - 1,2 Unp ^{(1) (3)}
единицы измерения	В или кВ
точность ⁽²⁾	±1% при 0,5 - 1,2 Unp ±2% при 0,05 - 0,5 Unp
формат дисплея	3 значимые цифры
период обновления	1 с (тип.)

⁽¹⁾ Un - номинальное напряжение.

⁽²⁾ В Un, в стандартных условиях (МЭК 60255-6).

⁽³⁾ Разрешение 1 В.

Напряжение прямой последовательности

Описание функции

Данная функция рассчитывает величину напряжения прямой последовательности.

Получение данных

Данные измерений могут быть получены:

- с дисплея ⁽¹⁾ при помощи кнопки ;
- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- через связь.

⁽¹⁾ Sepam с опцией усовершенствованного UMI.

Характеристики

диапазон измерений	0,05 - 1,2 Vnp ⁽¹⁾
единицы измерения	В или кВ
точность	±5% Vnp
формат дисплея	3 значимые цифры

⁽¹⁾ Un - номинальное напряжение.

Фазное напряжение

Описание функции

Данная функция дает действующее значение фазного напряжения частотой 50 или 60 Гц (в соответствии с датчиком напряжения):

- напряжение V₁ фазы 1;
- напряжение V₂ фазы 2;
- напряжение V₃ фазы 3.

Функция основывается на измерении основной составляющей.

Получение данных

Данные измерений могут быть получены:

- с дисплея ⁽¹⁾ при помощи кнопки ;
- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- через связь;
- через аналоговый выход дополнительного модуля MSA 141.

⁽¹⁾ Sepam с опцией усовершенствованного UMI.

Характеристики

диапазон измерений	0,05 - 1,2 Vnp ^{(1) (3)}
единицы измерения	В или кВ
точность ⁽²⁾	±1% при 0,5 - 1,2 Vnp ±2% при 0,05 - 0,5 Vnp
формат дисплея	3 значимые цифры
период обновления	1 с (тип.)

⁽¹⁾ Un - номинальное напряжение.

⁽²⁾ В Vnp, в стандартных условиях (МЭК 60255-6).

⁽³⁾ Разрешение 1 В или 1 цифра.

Напряжение нулевой последовательности

Описание функции

Данная функция дает значение напряжения нулевой последовательности $V_0 = (V_1 + V_2 + V_3)$.

V_0 измеряется:

- внутренней суммой трех фазных напряжений;
- с помощью трансформатора напряжения по схеме звезда / открытой треугольник.

Функция основывается на измерении основной составляющей.

Получение данных

Данные измерений могут быть получены:

- с дисплея ⁽¹⁾ при помощи кнопки ;
- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- через связь.

⁽¹⁾ Sepam с опцией усовершенствованного UMI.

Частота

Описание функции

Данная функция дает значение частоты.

Частота измеряется одним из следующих методов:

- по U_{21} , если к Sepam 1000⁺ подведено только одно линейное напряжение;
- по напряжению прямой последовательности, если Sepam 1000⁺ выполняет измерения U_{21} и U_{32} .

Частота не измеряется, если:

- напряжение U_{21} или фазное V меньше чем 40% U_n ;
- частота находится вне диапазона измерений.

Получение данных

Данные измерений могут быть получены:

- с дисплея ⁽¹⁾ при помощи кнопки ;
- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- через связь;
- через аналоговый выход дополнительного модуля MSA 141.

⁽¹⁾ Sepam с опцией усовершенствованного UMI.

Характеристики

диапазон измерений	0,015 U_n - 3 V_{np} ⁽¹⁾
единицы измерения	V или кВ
точность	$\pm 1\%$ при 0,5 - 3 V_{np} $\pm 2\%$ при 0,05 - 0,5 V_{np} $\pm 5\%$ при 0,015 - 0,05 V_{np}
формат дисплея	3 значимые цифры
разрешение	$\pm 1V$, ± 1 цифра
период обновления	1 с (тип.)

⁽¹⁾ V_{np} - номинальное фазное напряжение.

Характеристики

номинальная частота		50 Гц, 60 Гц
диапазон измерений ⁽²⁾	50 Гц	45 - 55 Гц
	60 Гц	55 - 65 Гц
точность ⁽¹⁾		±0,05 Гц
формат дисплея		3 значимые цифры
период обновления		1 с (тип.)

⁽¹⁾ В U_n , в стандартных условиях (МЭК 60255-6).

⁽²⁾ Разрешение 0,01 Гц.

Функции измерения (продолжение)

Температуры

Описание функции

Данная функция дает значение температуры, измеряемой датчиками RTD:

- платиновым датчиком RTD типа Pt100 (100 Ом при 0 °C) в соответствии со стандартами МЭК 751 и DIN 43760;
- никелевым датчиком RTD 100 Ом или 120 Ом (при 0 °C).

Каждый датчик RTD дает одно измерение:

T_x = датчик x температуры.

Эта функция также обнаруживает неисправности датчиков RTD :

- обрыв датчика RTD (t °C < 205 °C);
- короткое замыкание датчика RTD (t °C < -35 °C).

В случае неисправности выдается аварийный сигнал и блокируется отображение значения температуры.

Получение данных

Данные измерений могут быть получены:

- с дисплея ⁽¹⁾ при помощи кнопки ;
- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- через связь;
- через аналоговый выход дополнительного модуля MSA 141.

⁽¹⁾ Sepam с опцией усовершенствованного UMI.

Характеристики

диапазон	от -30 до +200 °C ⁽¹⁾	от -22 до +392 °F
точность	± 1 °C для t от +20 °C до +140 °C ± 2 °C	
разрешение	1 °C или 1 °F	
период обновления	3 с (тип.)	

⁽¹⁾ Возможна индикация на дисплее в °F.

Точность измерения зависит от схемы подсоединения

■ подсоединение в 3-проводном режиме: ошибка Δt пропорциональна длине кабеля и обратно пропорциональна его сечению:

$$\Delta t \text{ (°C)} = 2 \times \frac{l \text{ (км)}}{S \text{ (мм}^2\text{)}} :$$

- $\pm 2,1$ °C/км для кабеля сечением 0,93 мм²;
- ± 1 °C/км для кабеля сечением 1,92 мм².

Время работы

Описание функции

Данная функция дает время работы выключателя ⁽¹⁾, определяемое по состоянию входов I1 и I2 ⁽³⁾ в соответствии с изменениями состояния контактов при положениях «выключатель отключен» / «выключатель включен».

Получение данных

Данные измерений могут быть получены:

- с дисплея ⁽²⁾ при помощи кнопки ;
- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- через связь.

⁽¹⁾ Пожалуйста, для использования данной информации обратитесь к документации по выключателю.

⁽²⁾ Sepam с опцией усовершенствованного UMI.

⁽³⁾ Дополнительный модуль MES.

Характеристики

диапазон измерений	20 - 100
единицы измерения	мс
точность	± 1 мс (тип.)
формат дисплея	3 значимые цифры

Время взвода привода

Описание функции

Данная функция дает время взвода привода выключателя ⁽¹⁾, определяемое по состоянию входов I12 и I24 ⁽³⁾ в соответствии с изменением состояния контакта отключенного положения выключателя и концевого контакта взвода привода.

Получение данных

Данные измерений могут быть получены:

- с дисплея ⁽²⁾ при помощи кнопки ;
- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- через связь.

⁽¹⁾ Пожалуйста, для использования данной информации обратитесь к документации по выключателю.

⁽²⁾ Sepam с опцией усовершенствованного UMI.

⁽³⁾ Дополнительный модуль MES-14.

Характеристики

диапазон измерений	1 - 20
единицы измерения	с
точность	$\pm 0,5$ с
формат дисплея	3 значимые цифры

Максимальная токовая в фазах

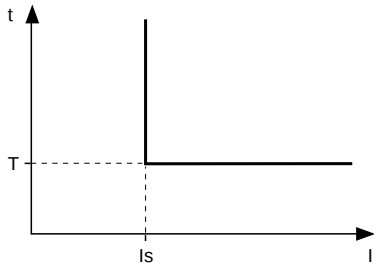
код ANSI	50-51
Эта функция включает 4 независимые максимальные токовые защиты, разделенные на две группы по 2 элемента: группу А и группу В. Эти группы могут выбираться при параметрировании: ■ работа только с группой А или группой В с возможностью переключения с одной группы на другую в зависимости от состояния логического входа I13 или с помощью дистанционного управления (ТС3, ТС4) I13=0 - группа А; I13=1 - группа В; ■ работа с группой А и группой В для работы с 4 независимыми уставками; ■ включение / отключение каждой группы (А, В).	

Работа

Максимальная токовая защита в фазах является трехфазной. Она запускается когда один, два или три тока достигают уставки срабатывания.
 Данная защита имеет выдержку времени. Выдержка может быть независимой (постоянной DT) или зависимой (обратно зависимой SIT, очень обратно зависимой VIT или LTI, чрезвычайно обратно зависимой EIT, ультра обратно зависимой UIT, RI) - см. кривые в приложении.

Защита с независимой выдержкой времени

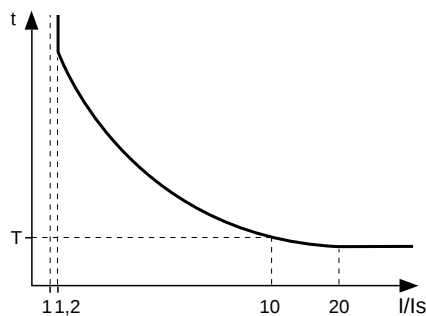
Is соответствует уставке срабатывания, выраженной в амперах, а T - задержке в срабатывании защиты.



Принцип защиты с независимой выдержкой времени

Защита с зависимой выдержкой времени

Работа защиты с зависимой выдержкой времени соответствует стандартам МЭК 60255-3 и BS 142.



Принцип защиты с зависимой выдержкой времени

Is соответствует вертикальной асимптоте кривой, а T - задержке в срабатывании для 10Is. Кривая определяется по следующим уравнениям:

■ обратно зависимая выдержка SIT

$$t = \frac{0,14}{(I/Is)^{0,02} - 1} \cdot \frac{T}{2,97};$$

■ очень обратно зависимая выдержка VIT или LTI

$$t = \frac{13,5}{(I/Is) - 1} \cdot \frac{T}{1,5};$$

■ чрезвычайно обратно зависимая выдержка EIT

$$t = \frac{80}{(I/Is)^2 - 1} \cdot \frac{T}{0,808};$$

■ ультра обратно зависимая выдержка UIT

$$t = \frac{315}{(I/Is)^{2,5} - 1} \cdot T;$$

■ выдержка типа RI

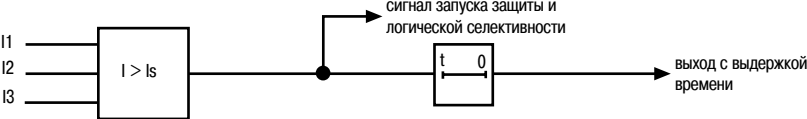
$$t = \frac{0,315}{0,339 - 0,236 (I/Is)^{-1}} \cdot T.$$

Функция учитывает изменения тока в течение выдержки времени.

Для токов с очень большой амплитудой защита имеет характеристику с независимой выдержкой времени:

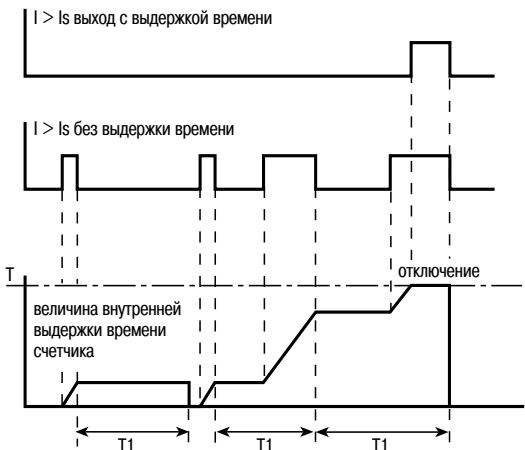
- если I > 20Is, то время отключения - это время, соответствующее 20 Is;
- если I > 40In, то время отключения - это время, соответствующее 24 In. (In - номинальный ток трансформатора тока, устанавливаемый при вводе основных параметров).

Алгоритм работы



Срабатывание защиты с накоплением выдержки времени

Функция включает регулируемое время удержания T1 (независимая характеристика DT) (удержание таймера)



Характеристики

Кривая

регулировка	независимая, зависимая (обратно зависимая, очень обратно зависимая, LIT, чрезвычайно обратно зависимая, ультра обратно зависимая, RI)
-------------	---

Уставка Is

регулировка	с незав. выдержкой	$0,3 I_n \leq I_s \leq 24 I_n$, в амперах
	с завис. выдержкой	$0,3 I_n \leq I_s \leq 2,4 I_n$, в амперах
разрешение		1 А или 1 цифра
точность ⁽¹⁾		±5%
коэффициент возврата		93,5% ±5%

Выдержка времени T (время для 10 Is)

регулировка	с незав. выдержкой	без выдержки времени $50 \text{ мс} \leq T \leq 300 \text{ с}$
	с завис. выдержкой ⁽²⁾	$100 \text{ мс} \leq T \leq 12,5 \text{ с}$
разрешение		10 мс или 1 цифра
точность ⁽¹⁾	с незав. выдержкой	±2% или от -10 до +25 мс
	с завис. выдержкой	класс 5 или от -10 до +25 мс

T1 выдержка времени накопления
(таймер удержания) 0; 0,05 - 300 с

Временные характеристики

время срабатывания	запуск < 35 мс при 2 Is (25 мс, тип.) без выдержки времени < 50 мс при 2 Is (25 мс, тип.)
время превышения	< 35 мс
время возврата	< 50 мс (для T1 = 0)

⁽¹⁾ В стандартных условиях (МЭК 60255-6).

⁽²⁾ Диапазон уставок в зависимом режиме:

обратно зависимая выдержка (SIT): от 0,04 до 4,20;

очень обратно зависимая выдержка (VIT): от 0,07 до 8,33;

чрезвычайно обратно зависимая выдержка (EIT): от 0,13 до 15,47;

ультра обратно зависимая выдержка (LTI): от 0,01 до 0,93.

Защита от замыкания на землю

Код ANSI 50N-51N или 50G-51G

Эта функция включает 4 независимые защиты от замыканий на землю, разделенные на две группы по 2 элемента: группу А и группу В.

Эти группы могут выбираться с помощью параметрирования:
■ работа только с группой А или группой В с возможностью переключения с одной группы на другую в зависимости от состояния логического входа I13 или с помощью дистанционного управления (ТС3, ТС4)

I13=0 - группа А;

I13=1 - группа В;

■ работа с группой А и группой В для работы с 4 независимыми уставками;

■ включение / отключение каждой группы (А, В).

Работа

Защита от замыканий на землю является однофазной.

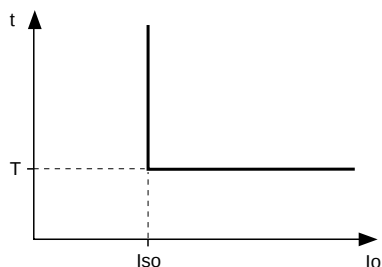
Она запускается, когда ток замыкания на землю достигает уставки срабатывания.

Данная защита имеет выдержку времени. Выдержка может быть независимой (постоянной **DT**) или зависимой (обратно зависимой **SIT**, очень обратно зависимой **VIT** или **LTI**, чрезвычайно обратно зависимой **EIT**, ультра обратно зависимой **UIT**, **RI**) - см. кривые в приложении.

Защита имеет возможность ограничить 2-ю гармонику, что позволяет обеспечить большую стабильность при пуске трансформатора (измерение тока нулевой последовательности суммой трехфазных ТТ). Ограничение можно заблокировать при параметрировании.

Защита с независимой выдержкой времени

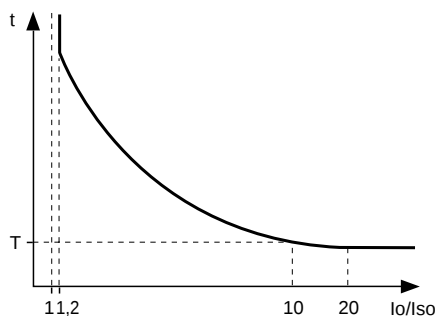
Is соответствует уставке срабатывания, выраженной в амперах, а Т - задержке в срабатывании защиты.



Принцип защиты с независимой выдержкой времени

Защита с зависимой выдержкой времени

Работа защиты с зависимой выдержкой времени соответствует стандартам МЭК 60255-3 и BS 142.



Принцип защиты с зависимой выдержкой времени

Is соответствует вертикальной асимптоте кривой, а Т - задержке в срабатывании для 10Is.

Кривая определяется по следующим уравнениям :

■ обратно зависимая выдержка **SIT**

$$t = \frac{0,14}{(I_0/I_{so})^{0,02} - 1} \cdot \frac{T}{2,97} ;$$

■ очень обратно зависимая выдержка **VIT** или **LTI**

$$t = \frac{13,5}{(I_0/I_{so}) - 1} \cdot \frac{T}{1,5} ;$$

■ чрезвычайно обратно зависимая выдержка **EIT**

$$t = \frac{80}{(I_0/I_{so})^2 - 1} \cdot \frac{T}{0,808} ;$$

■ ультра обратно зависимая выдержка **UIT**

$$t = \frac{315}{(I_0/I_{so})^{2,5} - 1} \cdot T ;$$

■ выдержка типа **RI**

$$t = \frac{0,315}{0,339 - 0,236 (I_0/I_{so})^{-1}} \cdot T .$$

Функция учитывает изменения тока в течение выдержки времени.

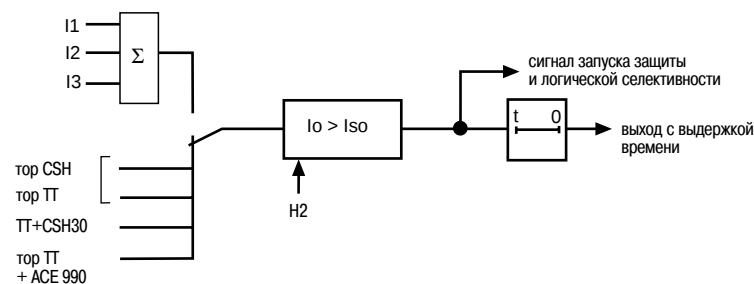
Для токов с очень большой амплитудой защита имеет характеристику с независимой выдержкой времени:

■ если $I > 20I_0$, то время отключения - это время, соответствующее $20 I_0$;

■ если $I > 15I_0$, то время отключения - это время, соответствующее $15 I_0$.

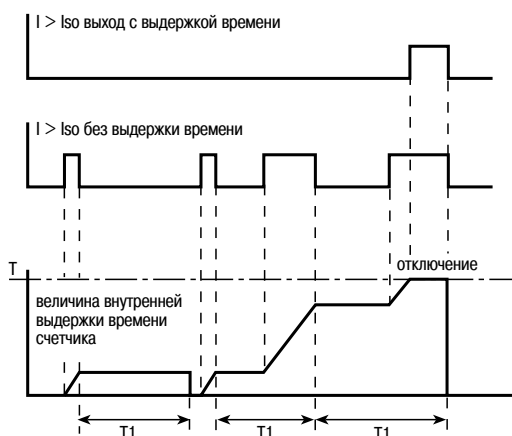
(I_0 - номинальный ток трансформатора тока, устанавливаемый при вводе основных параметров)

Алгоритм работы



Срабатывание защиты с накоплением выдержки времени

Функция включает регулируемое время удержания Т1 (независимые характеристики DT) (удержание таймера)



Характеристики

Кривая

регулировка	независимая, зависимая (обратно зависимая, очень обратно зависимая, LT, чрезвычайно обратно завис., ультра обратно завис., RI)
-------------	---

Уставка Iso

регулировка	с незав. выдержкой	$0,1 I_{no} \leq Iso \leq 15 I_{no}$ (A)
	сумма TT ⁽¹⁾	$0,1 I_{no} \leq Iso \leq 15 I_{no}$
	с датчиком CSH	
	ном. ток 2 A	0,2 - 30 A
	ном. ток 20 A	2 - 300 A
	TT + CSH30	$0,1 I_{no} \leq Iso \leq 15 I_{no}$ (мин. 0,1 A)
	тор с ACE 990	$0,1 I_{no} < Iso < 15 I_{no}$
регулировка	с завис. выдержкой	$0,1 I_{no} \leq Iso \leq I_{no}$ ⁽¹⁾ (A)
	сумма TT ⁽¹⁾	$0,1 I_{no} \leq Iso \leq I_{no}$
	с датчиком CSH	
	ном. ток 2 A	0,2 - 2 A
	ном. ток 20 A	2 - 20 A
	TT + CSH30	$0,1 I_{no} \leq Iso \leq I_{no}$ (мин. 0,1 A)
	тор с ACE 990	$0,1 I_{no} \leq Iso \leq I_{no}$

разрешение	0,1 A или 1 цифра
------------	-------------------

точность ⁽²⁾	±5%
-------------------------	-----

коэффициент возврата	93,5 ±5% для Iso > 0,1 I _{no}
----------------------	--

Ограничение 2-й гармоники

фиксированная уставка	17%
-----------------------	-----

Выдержка времени T (время для 10 Is)

регулировка	с незав. выдержкой	без выдержки времени 50 мс ≤ T ≤ 300 с
	с завис. выдержкой ⁽³⁾	100 мс ≤ T ≤ 12,5 с
разрешение		10 мс или 1 цифра
точность ⁽²⁾	с незав. выдержкой	±2% или от -10 до +25 мс
	с завис. выдержкой	класс 5 или от -10 до +25 мс
T1 выдержка времени накопления		0; 0,05 - 300 с

Временные характеристики

время срабатывания	запуск < 35 мс при 2 Iso (25 мс, тип.)
	без выдержки времени < 50 мс при 2 Iso (25 мс, тип.)
время превышения	< 35 мс
время возврата	< 40 мс (для T1 = 0)

⁽¹⁾ I_{no} = I_n, если измерение производится внутренней суммой трех фазных токов.

I_{no} = номиналу датчика, если измерение производится тором CSH.

I_{no} = I_n TT, если измерение производится 1- или 5 A-ным трансформатором тока.

⁽²⁾ В стандартных условиях (МЭК 60255-6).

⁽³⁾ Диапазон уставок в зависимом режиме:

обратно зависимая выдержка (SIT): от 0,04 до 4,20;

очень обратно зависимая выдержка (VIT): от 0,07 до 8,33;

чрезвычайно обратно зависимая выдержка (EIT): от 0,13 до 15,47;

ультра обратно зависимая выдержка (LTI): от 0,01 до 0,93.

Обратная последовательность / небаланс

Код ANSI 46

Работа

Защита от обратной последовательности / небаланса:

- запускается, когда составляющая обратной последовательности фазного тока больше уставки;
- имеет выдержку времени, которая может быть независимой или зависимой (см. кривую).

Ток обратной последовательности I_i вычисляется для трехфазных токов:

$$\vec{I}_i = \frac{1}{3} \times (\vec{I}_1 + a^2 \vec{I}_2 + a \vec{I}_3),$$

$$\text{где } a = e^{j \frac{2\pi}{3}}.$$

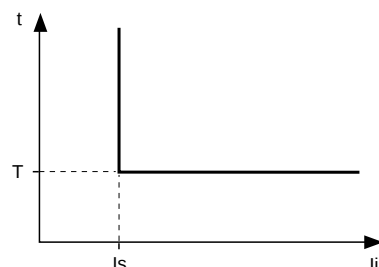
В случае если к Sepam подсоединены только 2 трансформатора тока, ток обратной последовательности вычисляется по формуле:

$$\vec{I}_i = \frac{1}{\sqrt{3}} \times (\vec{I}_1 - a^2 \vec{I}_3),$$

$$\text{где } a = e^{j \frac{2\pi}{3}}.$$

Эти две формулы эквивалентны при отсутствии тока нулевой последовательности (замыкания на землю).

Защита с независимой выдержкой времени



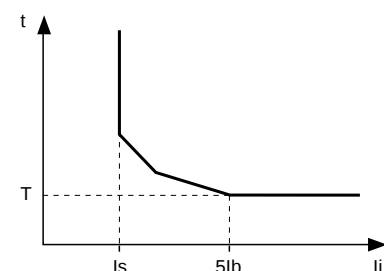
Защита с независимой выдержкой времени

Для $I_i > I_s$ выдержка времени заранее определена (независима от I_i) и равна T .

Защита с зависимой выдержкой времени

Для $I_i > I_s$ выдержка времени зависит от значения I_i/I_b (I_b : базовый ток защищаемого оборудования, определяемый при установке общих параметров).

T соответствует выдержке времени для $I_i / I_b = 5$.



Принципы защиты с зависимой выдержкой времени

Кривая определяется по следующим уравнениям:

■ для $I_s/I_b \leq I_i/I_b \leq 0,5$

$$t = \frac{3,19}{(I_i/I_b)^{1,5}} \cdot T;$$

■ для $0,5 \leq I_i/I_b \leq 5$

$$t = \frac{4,64}{(I_i/I_b)^{0,96}} \cdot T;$$

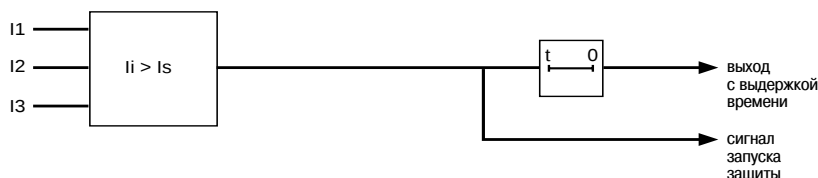
■ для $I_i/I_b > 5$

$t = T$.

Данная функция также учитывает изменения тока обратной последовательности во время выдержки времени.

Измерение тока обратной последовательности, выраженного в процентах от базового тока, возможно даже в том случае, если защита заблокирована.

Алгоритм работы



Характеристики

Кривая		
регулировка	независимая, зависимая	
Уставка Is		
регулировка	независимая выдержка	10% Ib ≤ Is ≤ 500% Ib
	зависимая выдержка	10% Ib ≤ Is ≤ 50% Ib
разрешение	1%	
точность ⁽¹⁾	±5%	
Выдержка времени T (время при 5 Ib)		
регулировка	независимая выдержка	100 мс ≤ T ≤ 300 с
	зависимая выдержка	100 мс ≤ T ≤ 1 с
разрешение	10 мс или 1 цифра	
точность ⁽¹⁾	независимая выдержка	±2% или ±25 мс
	зависимая выдержка	±5% или ±35 мс
коэффициент возврата	93,5 ±5%	
Временные характеристики		
время срабатывания	пуск < 55 мс	
время превышения	< 35 мс	
время возврата	< 55 мс	

⁽¹⁾ В стандартных условиях (МЭК 60255-6).

Обратная последовательность / небаланс

Как определить время отключения для разных значений тока обратной последовательности для данной кривой?

Используя диаграмму, пользователь находит значение K , соответствующее желаемому току обратной последовательности. Время отключения равно KT .

Пример

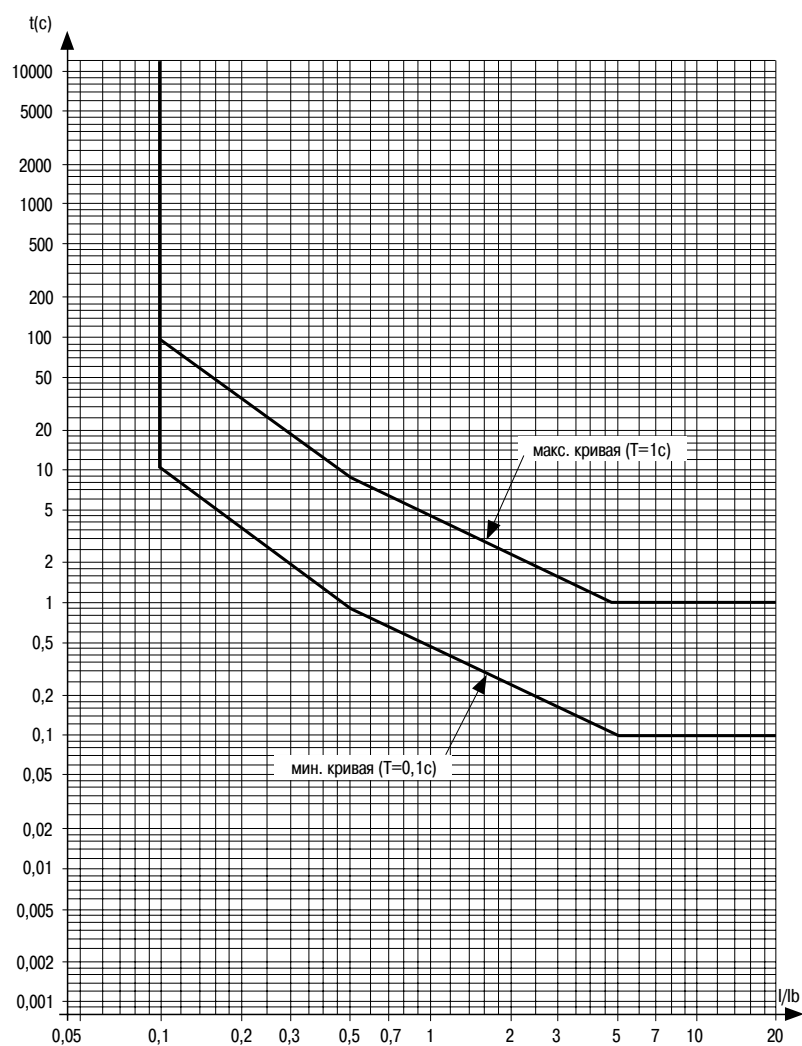
Дана кривая отключения с уставкой $T = 0,5$ с.

Каково будет время отключения при $0,6$ Ib?

Используя диаграмму, найдем значение K , соответствующее 60% Ib.

По диаграмме определяем $K = 7,55$. Время отключения равно: $0,5 \times 7,55 = 3,755$ с.

Кривая отключения с зависимой выдержкой времени



li (% lb)	K
10	99,95
15	54,50
20	35,44
25	25,38
30	19,32
33,33	16,51
35	15,34
40	12,56
45	10,53
50	9,00
55	8,21
57,7	7,84
60	7,55
65	7,00
70	6,52
75	6,11
80	5,74
85	5,42
90	5,13
95	4,87
100	4,64
110	4,24
120	3,90
130	3,61
140	3,37
150	3,15
160	2,96
170	2,80
180	2,65
190	2,52
200	2,40
210	2,29
220	2,14
230	2,10
240	2,01
250	1,94
260	1,86
270	1,80
280	1,74
290	1,68
300	1,627

li (% lb) (продолжение)	K
310	1,577
320	1,53
330	1,485
340	1,444
350	1,404
360	1,367
370	1,332
380	1,298
390	1,267
400	1,236
410	1,18
420	1,167
430	1,154
440	1,13
450	1,105
460	1,082
470	1,06
480	1,04
490	1,02
≥ 500	1

Тепловая перегрузка

Код ANSI 49

Данная функция используется для защиты оборудования (двигателей, трансформаторов, генераторов, линий, конденсаторов) от перегрузок и основана на измерении потребляемого тока.

Работа

Рабочие кривые

Защита дает команду на отключение, когда подъем температуры E , вычисленный по измерению эквивалентного тока I_{eq} , превысит уставку E_s .

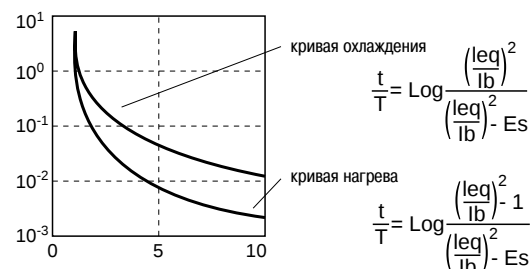
Наибольший допустимый постоянный ток:

$$I = I_b \sqrt{E_s}$$

Время отключения защиты устанавливается с помощью постоянной времени T .

Расчитанный подъем температуры зависит от потребляемого тока и предыдущего теплового состояния:

- кривая охлаждения определяет время отключения защитой при запуске из холодного состояния;
- кривая нагрева определяет время отключения защитой при 100% номинальном нагреве.



Уставка аварийной сигнализации, уставка отключения

На подъем температуры могут быть установлены две уставки:

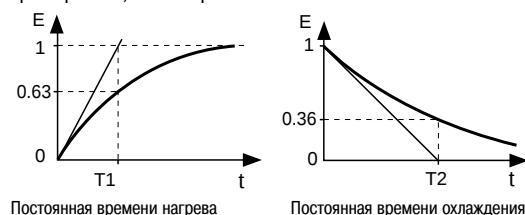
- E_{s1} : аварийная сигнализация;
- E_{s2} : отключение.

Уставка горячего состояния

Когда функция используется для защиты двигателя, эта фиксированная уставка предназначена для определения горячего состояния двигателя и защиты количества пусков в час.

Постоянные времени нагрева и охлаждения

Для вращающихся машин охлаждение более эффективно во время работы, чем во время остановки машины. Работа и



остановка оборудования определяются по значению тока:

- работа, если $I > 0,1 I_b$;
- остановка, если $I < 0,1 I_b$.

Могут быть установлены две постоянные времени:

- T1: постоянная времени нагрева для работающего оборудования;
- T2: постоянная времени охлаждения для остановленного оборудования.

Учет гармоник

Тепловая защита работает с действующим значением трехфазного тока, который учитывает все гармоники, вплоть до 17.

Учет температуры окружающей среды

Большинство машин предназначено для работы при максимальной температуре окружающей среды, равной 40 °C. Функция защиты от тепловой перегрузки учитывает температуру окружающей среды (Sepam 1000⁺, имеющий дополнительный модуль ⁽¹⁾ присоединения температурных датчиков) с тем, чтобы увеличить рассчитанное значение нагрева, когда измеряемая температура превышает 40 °C.

Фактор увеличения: $f_a = \frac{T_{\text{макс.}} - 40^\circ}{T_{\text{мин.}} - T}$, где

$T_{\text{макс.}}$ - максимальная температура оборудования
 T - измеряемая температура окружающей среды

Адаптация защиты к тепловым характеристикам машины

Тепловая защита электродвигателя часто устанавливается на основе кривых нагрева и охлаждения, указываемых изготовителем машины. Для полного соответствия этим экспериментальным кривым необходимо установить дополнительные параметры:

- начальный подъем температуры, E_{s0} , используемый для сокращения времени холодного отключения.

Модифицированная кривая охлаждения: $\frac{t}{T} = \log \frac{\left(\frac{I_{eq}}{I_b}\right)^2 - E_{s0}}{\left(\frac{I_{eq}}{I_b}\right)^2 - E_s}$;

- вторая группа параметров (постоянные времени и уставки) используется для учета тепловых характеристик с заблокированными роторами; она учитывается, когда ток больше, чем регулируемая уставка I_s .

Учет тока обратной последовательности

В случае если двигатель имеет ротор со специальной обмоткой, наличие составляющей обратной последовательности увеличивает подъем температуры в двигателе. Составляющая обратной последовательности тока учитывается в защите следующим образом:

$$I_{eq} = \sqrt{I_{ph}^2 + K \cdot I_i^2}, \quad \text{где } I_{ph} - \text{наибольший фазный ток;}$$

$$I_i - \text{составляющая обратной последовательности тока;}$$

$$K - \text{регулируемый фактор.}$$

K может иметь следующие значения: 0 - 2,25 - 4,5 - 9.

Для асинхронного двигателя K определяется следующим образом:

$$k = 2 \cdot \frac{C_d}{C_n} \cdot \frac{1}{g \cdot \left(\frac{I_d}{I_b}\right)^2} - 1, \quad \text{где } C_n, C_d - \text{номинальный вращающий и пусковой вращающий момент;}$$

$$I_b, I_d - \text{базовый и пусковой ток;}$$

$$g - \text{номинальное скольжение.}$$

⁽¹⁾ Модуль MET148 и RTC8 используются для определения температуры окружающей среды.

Блокировка пуска

Защита от тепловой перегрузки может блокировать включение выключателя электродвигателя до тех пор, пока повышенная температура не опустится ниже значения, при котором возможен повторный пуск.

Функция блокировки находится в одной группе с защитой количества разрешенных пусков в час, а сигнал START INHIBIT (блокировка пуска) выдает информацию оператору.

Блокировка отключения

Отключение защитой от тепловой перегрузки может быть заблокировано активизацией входа (в соответствии с установленными параметрами), когда это требуется.

Учет для двух рабочих режимов

Силовой трансформатор часто имеет два рабочих режима (например, ONAN и ONAF).

Две группы параметров защиты от тепловой перегрузки учитывают оба этих рабочих режима.

Переключение с одного режима на другой выполняется по входу I26 (в соответствии с установленными параметрами). Это происходит без потери значения величины нагрева.

Информация для пользователя

Пользователь может получить следующую информацию:

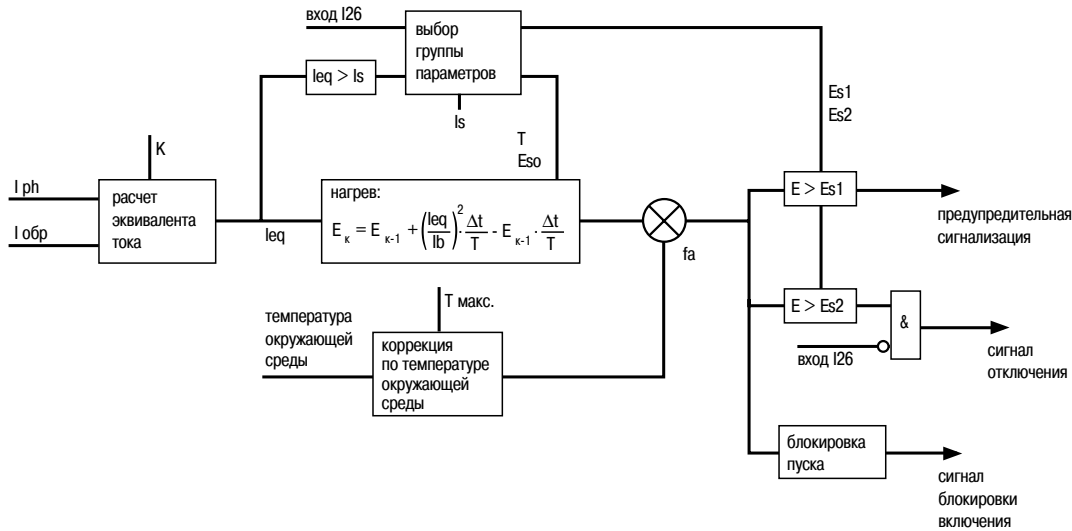
- время до повторного пуска (в случае блокировки пуска);
- время до отключения (при постоянной нагрузке);
- подъем температуры.

Характеристики

Уставки		Группа А	Группа В
уставка	уставка авар. сигнализации Es1	50 - 300%	50 - 300%
	уставка отключения Es2	50 - 300%	50 - 300%
	начальный нагрев Eso	0 - 100%	0 - 100%
разрешение		1%	1%
Постоянные времени			
уставка	работа T1	1 - 120 мин	1 - 120 мин
	остановка T2	5 - 600 мин	5 - 600 мин
разрешение		1 мин	1 мин
Учет составляющей обратной последовательности			
уставка	K	0 – 2,25 – 4,5 – 9	
Максимальная температура оборудования (класс изоляции)			
уставка	Tмакс.	от 60 до 200 °с	
разрешение		1°	
Время отключения			
точность ⁽¹⁾		2%	
Измерения		Диапазон	Разрешение
нагрев		0 - 800%	1%
время до отключения		0 - 999 мин	1 мин
время до разрешения пуска		0 - 999 мин	1 мин
Изменение установленных параметров			
по уставке тока для двигателя		0,25 - 8 Ib	
по цифровому входу для трансформатора		I26	

⁽¹⁾ В стандартных условиях (МЭК 60255-8).

Алгоритм работы



Пример параметрирования защиты от тепловой перегрузки

Пример 1

Известны следующие данные:

- постоянная времени нагрева и охлаждения:
- T1 = 25 мин;
- T2 = 70 мин;
- максимальный ток в постоянном режиме: I_{макс./lb} = 1,05.

Выбор уставки отключения Es2

$$Es2 = (I_{\text{макс./lb}})^2 = 110\%.$$

Примечание: если двигатель потребляет ток 1,05 lb в постоянном режиме, то нагрев, рассчитанный защитой от тепловой перегрузки, будет достигать 110%.

Выбор уставки сигнализации Es1

$$Es1 = 90\% (I/lb = 0,95).$$

К обратной последовательности: 4,5 (типовое значение).

Другие параметры защиты от тепловой перегрузки устанавливать нет необходимости. Они будут приняты в расчет по умолчанию.

Пример 2

Известны следующие данные:

- тепловые характеристики двигателя в виде кривых нагрева и охлаждения (см. сплошные кривые на рис. 1);
- постоянная времени охлаждения T2;
- максимальный ток в постоянном режиме: I_{макс./lb} = 1,05.

Выбор уставки отключения Es2

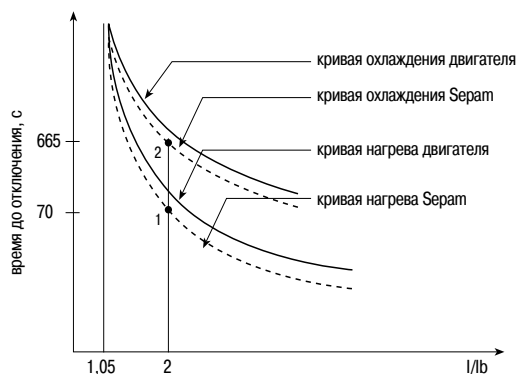
$$Es2 = (I_{\text{макс./lb}})^2 = 110\%.$$

Выбор уставки сигнализации Es1

$$Es1 = 90\% (I/lb = 0,95).$$

Кривые нагрева и охлаждения, приводимые производителем ⁽¹⁾, могут быть использованы для определения постоянной времени нагрева T1.

Рисунок 1: тепловые характеристики двигателя и кривые отключения защитой от тепловой перегрузки



⁽¹⁾ Когда производитель двигателя приводит и постоянную времени T1, и кривые нагрева и охлаждения, то рекомендуется использование кривых, так как они более точные.

Для перегрузки, кратной 2*lb, величина t/T1 = 0,0339 ⁽²⁾.

Для того, чтобы Sepam выполнял аварийное отключение в точке 1 (t = 70 с), T1 составляет 2065 с ≈ 34 мин.

С уставкой T1 = 34 мин получим время отключения из холодного состояния (точка 2). В этом случае оно равно t/T1 = 0,3216, следовательно t ⇒ 665 с, т. е. примерно 11 мин. Это значение совместимо с тепловой характеристикой холодного двигателя.

Фактор обратной последовательности рассчитывается с использованием уравнения, приведенного на стр. 34.

Другие параметры защиты от тепловой перегрузки устанавливать нет необходимости. Они будут приняты в расчет по умолчанию.

Пример 3

Известны следующие данные:

- тепловые характеристики двигателя в виде кривых нагрева и охлаждения (см. сплошные кривые на рис. 1);
- постоянная времени охлаждения T2;
- максимальный ток в постоянном режиме: I_{макс./lb} = 1,1.

Выбор уставки отключения Es2

$$Es2 = (I_{\text{макс./lb}})^2 = 120\%.$$

Выбор уставки сигнализации Es1

$$Es1 = 90\% (I/lb = 0,95).$$

Постоянная времени T1 рассчитывается исходя из того, что защита от тепловой перегрузки производит аварийное отключение через 100 с (точка 1).

$$t/T1 = 0,069 (I/lb = 2 \text{ и } Es2 = 120\%): \\ \Rightarrow T1 = 100 \text{ с} / 0,069 = 1449 \text{ с} \approx 24 \text{ мин}.$$

Время отключения из холодного состояния составляет:

$$t/T1 = 0,3567 \Rightarrow t = 24 \text{ мин} * 0,3567 = 513 \text{ с (точка 2')}.$$

Это время отключения слишком велико по сравнению с пределом для этого тока перегрузки, равным 400 с (точка 2).

Если постоянная времени T1 ниже, то защита от тепловой перегрузки сработает раньше, т.е. ниже точки 2.

Риск того, что запуск горячего двигателя будет невозможен также существует в этом случае (см. рис. 2, на котором нижняя кривая горячего состояния Sepam пересекает кривую запуска U = 0,9 Un).

Параметр Es0 вводится для того, чтобы разрешить эти сложности.

В этом примере защита от тепловой перегрузки должна сработать через 400 с после запуска из холодного состояния.

Следующее уравнение используется для определения величины Es0:

$$Es0 = \left[\frac{I_{\text{processed}}}{I_b} \right]^2 \cdot \frac{t_{\text{necessary}}}{T1} \cdot \left[\left[\frac{I_{\text{processed}}}{I_b} \right]^2 - Es2 \right],$$

где:

t_{necessary}: время отключения, необходимое для запуска из холодного состояния;

I_{processed}: ток оборудования.

⁽²⁾ Таблица содержит цифровые значения кривых нагрева Sepam, соответствующие уравнению, приведенному на стр. 34.

В цифровом выражении это составит:

$$E_{s0} = 4 - e^{\frac{400 \text{ с}}{24 \cdot 60 \text{ с}}} \cdot [4 - 1,2] = 0,3035 \approx 31\%$$

С регулировкой $E_{s0} = 31\%$ точка 2' передвинется ниже для достижения меньшего времени отключения, что соответствует тепловым параметрам холодного двигателя (см. рис. 3).

Примечание: установка $E_{s0} = 100\%$ показывает, что кривые нагрева и охлаждения идентичны.

Рисунок 2: кривые нагрева и охлаждения не соответствуют тепловым характеристикам двигателя

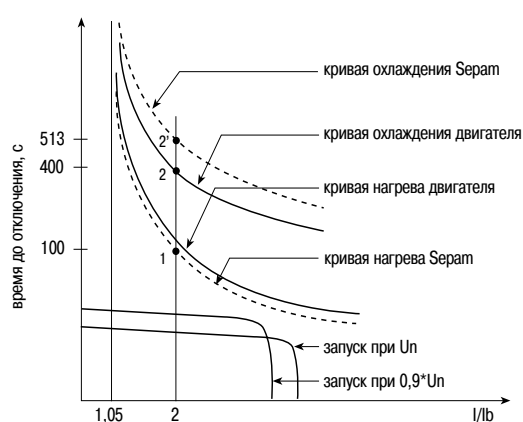
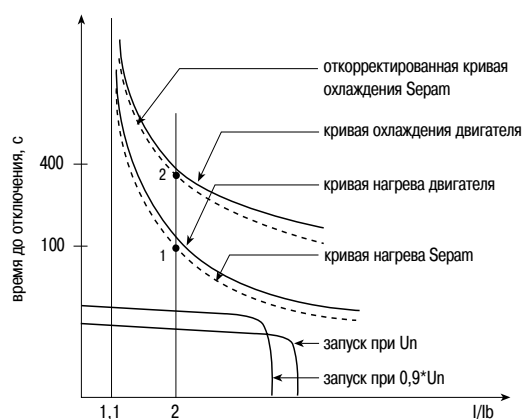


Рисунок 3: кривые нагрева и охлаждения соответствуют тепловым характеристикам двигателя с помощью ввода начальной величины нагрева E_{s0}



Использование дополнительной группы регулировок

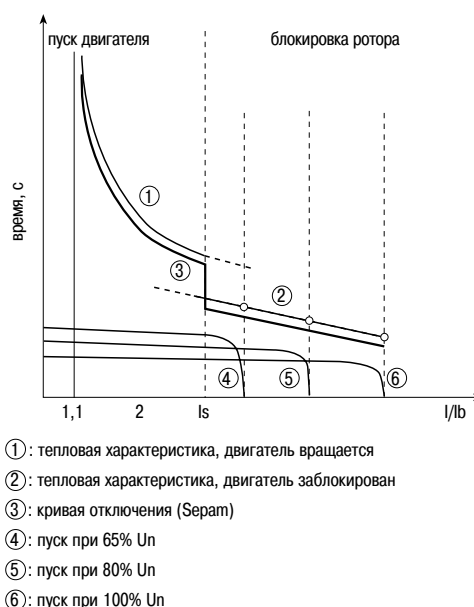
Когда ротор двигателя заблокирован или вращается очень медленно, тепловой режим отличается от работы в номинальном режиме. В таких условиях двигатель может быть поврежден из-за перегрева ротора или статора. Для двигателей большой мощности перегрев ротора часто является ограничивающим фактором.

Параметры защиты от тепловой перегрузки, выбранные для работы с небольшой перегрузкой, более недействительны.

Для защиты двигателя в этом случае может быть использована защита от затынутого пуска.

Тем не менее, производители двигателей иногда приводят тепловые кривые для заблокированного ротора для различных напряжений во время пуска.

Рисунок 4: характеристики заблокированного ротора



Для принятия в расчет этих кривых может быть использовано второе реле защиты от тепловой перегрузки.

Теоретически, постоянные времени в этом случае, по теории, меньше. Тем не менее, они не должны быть определены тем же путем, как для первого реле защиты.

Защита от тепловой перегрузки переключается с первого на второе реле, если эквивалентный ток I_{eq} превышает величину I_s (уставка тока).

Функции защиты (продолжение)

Кривые охлаждения
для $E_{so} = 0$

l/l_b E_s (%)	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50	1,55	1,60	1,65	1,70	1,75	1,80
50	0,6931	0,6042	0,5331	0,4749	0,4265	0,3857	0,3508	0,3207	0,2945	0,2716	0,2513	0,2333	0,2173	0,2029	0,1900	0,1782	0,1676
55	0,7985	0,6909	0,6061	0,5376	0,4812	0,4339	0,3937	0,3592	0,3294	0,3033	0,2803	0,2600	0,2419	0,2257	0,2111	0,1980	0,1860
60	0,9163	0,7857	0,6849	0,6046	0,5390	0,4845	0,4386	0,3993	0,3655	0,3360	0,3102	0,2873	0,2671	0,2490	0,2327	0,2181	0,2048
65	1,0498	0,8905	0,7704	0,6763	0,6004	0,5379	0,4855	0,4411	0,4029	0,3698	0,3409	0,3155	0,2929	0,2728	0,2548	0,2386	0,2239
70	1,2040	1,0076	0,8640	0,7535	0,6657	0,5942	0,5348	0,4847	0,4418	0,4049	0,3727	0,3444	0,3194	0,2972	0,2774	0,2595	0,2434
75	1,3863	1,1403	0,9671	0,8373	0,7357	0,6539	0,5866	0,5302	0,4823	0,4412	0,4055	0,3742	0,3467	0,3222	0,3005	0,2809	0,2633
80	1,6094	1,2933	1,0822	0,9287	0,8109	0,7174	0,6413	0,5780	0,5245	0,4788	0,4394	0,4049	0,3747	0,3479	0,3241	0,3028	0,2836
85	1,8971	1,4739	1,2123	1,0292	0,8923	0,7853	0,6991	0,6281	0,5686	0,5180	0,4745	0,4366	0,4035	0,3743	0,3483	0,3251	0,3043
90	2,3026	1,6946	1,3618	1,1411	0,9808	0,8580	0,7605	0,6809	0,6147	0,5587	0,5108	0,4694	0,4332	0,4013	0,3731	0,3480	0,3254
95		1,9782	1,5377	1,2670	1,0780	0,9365	0,8258	0,7366	0,6630	0,6012	0,5486	0,5032	0,4638	0,4292	0,3986	0,3714	0,3470
100		2,3755	1,7513	1,4112	1,1856	1,0217	0,8958	0,7956	0,7138	0,6455	0,5878	0,5383	0,4953	0,4578	0,4247	0,3953	0,3691
105		3,0445	2,0232	1,5796	1,3063	1,1147	0,9710	0,8583	0,7673	0,6920	0,6286	0,5746	0,5279	0,4872	0,4515	0,4199	0,3917
110			2,3979	1,7824	1,4435	1,2174	1,0524	0,9252	0,8238	0,7406	0,6712	0,6122	0,5616	0,5176	0,4790	0,4450	0,4148
115			3,0040	2,0369	1,6025	1,3318	1,1409	0,9970	0,8837	0,7918	0,7156	0,6514	0,5964	0,5489	0,5074	0,4708	0,4384
120				2,3792	1,7918	1,4610	1,2381	1,0742	0,9474	0,8457	0,7621	0,6921	0,6325	0,5812	0,5365	0,4973	0,4626
125				2,9037	2,0254	1,6094	1,3457	1,1580	1,0154	0,9027	0,8109	0,7346	0,6700	0,6146	0,5666	0,5245	0,4874
130					2,3308	1,7838	1,4663	1,2493	1,0885	0,9632	0,8622	0,7789	0,7089	0,6491	0,5975	0,5525	0,5129
135					2,7726	1,9951	1,6035	1,3499	1,1672	1,0275	0,9163	0,8253	0,7494	0,6849	0,6295	0,5813	0,5390
140						2,2634	1,7626	1,4618	1,2528	1,0962	0,9734	0,8740	0,7916	0,7220	0,6625	0,6109	0,5658
145						2,6311	1,9518	1,5877	1,3463	1,1701	1,0341	0,9252	0,8356	0,7606	0,6966	0,6414	0,5934
150						3,2189	2,1855	1,7319	1,4495	1,2498	1,0986	0,9791	0,8817	0,8007	0,7320	0,6729	0,6217
155							2,4908	1,9003	1,5645	1,3364	1,1676	1,0361	0,9301	0,8424	0,7686	0,7055	0,6508
160							2,9327	2,1030	1,6946	1,4313	1,2417	1,0965	0,9808	0,8860	0,8066	0,7391	0,6809
165								2,3576	1,8441	1,5361	1,3218	1,1609	1,0343	0,9316	0,8461	0,7739	0,7118
170								2,6999	2,0200	1,6532	1,4088	1,2296	1,0908	0,9793	0,8873	0,8099	0,7438
175								3,2244	2,2336	1,7858	1,5041	1,3035	1,1507	1,0294	0,9302	0,8473	0,7768
180									2,5055	1,9388	1,6094	1,3832	1,2144	1,0822	0,9751	0,8861	0,8109
185									2,8802	2,1195	1,7272	1,4698	1,2825	1,1379	1,0220	0,9265	0,8463
190									3,4864	2,3401	1,8608	1,5647	1,3555	1,1970	1,0713	0,9687	0,8829
195										2,6237	2,0149	1,6695	1,4343	1,2597	1,1231	1,0126	0,9209
200										3,0210	2,1972	1,7866	1,5198	1,3266	1,1778	1,0586	0,9605

**Кривые охлаждения
для Eso = 0**

I/Ib Es (%)	1,85	1,90	1,95	2,00	2,20	2,40	2,60	2,80	3,00	3,20	3,40	3,60	3,80	4,00	4,20	4,40	4,60
50	0,1579	0,1491	0,1410	0,1335	0,1090	0,0908	0,0768	0,0659	0,0572	0,0501	0,0442	0,0393	0,0352	0,0317	0,0288	0,0262	0,0239
55	0,1752	0,1653	0,1562	0,1479	0,1206	0,1004	0,0849	0,0727	0,0631	0,0552	0,0487	0,0434	0,0388	0,0350	0,0317	0,0288	0,0263
60	0,1927	0,1818	0,1717	0,1625	0,1324	0,1100	0,0929	0,0796	0,069	0,0604	0,0533	0,0474	0,0424	0,0382	0,0346	0,0315	0,0288
65	0,2106	0,1985	0,1875	0,1773	0,1442	0,1197	0,1011	0,0865	0,075	0,0656	0,0579	0,0515	0,0461	0,0415	0,0375	0,0342	0,0312
70	0,2288	0,2156	0,2035	0,1924	0,1562	0,1296	0,1093	0,0935	0,081	0,0708	0,0625	0,0555	0,0497	0,0447	0,0405	0,0368	0,0336
75	0,2474	0,2329	0,2197	0,2076	0,1684	0,1395	0,1176	0,1006	0,087	0,0761	0,0671	0,0596	0,0533	0,0480	0,0434	0,0395	0,0361
80	0,2662	0,2505	0,2362	0,2231	0,1807	0,1495	0,1260	0,1076	0,0931	0,0813	0,0717	0,0637	0,0570	0,0513	0,0464	0,0422	0,0385
85	0,2855	0,2685	0,2530	0,2389	0,1931	0,1597	0,1344	0,1148	0,0992	0,0867	0,0764	0,0678	0,0607	0,0546	0,0494	0,0449	0,0410
90	0,3051	0,2868	0,2701	0,2549	0,2057	0,1699	0,1429	0,1219	0,1054	0,092	0,0811	0,0720	0,0644	0,0579	0,0524	0,0476	0,0435
95	0,3251	0,3054	0,2875	0,2712	0,2185	0,1802	0,1514	0,1292	0,1116	0,0974	0,0858	0,0761	0,0681	0,0612	0,0554	0,0503	0,0459
100	0,3456	0,3244	0,3051	0,2877	0,2314	0,1907	0,1601	0,1365	0,1178	0,1028	0,0905	0,0803	0,0718	0,0645	0,0584	0,0530	0,0484
105	0,3664	0,3437	0,3231	0,3045	0,2445	0,2012	0,1688	0,1438	0,1241	0,1082	0,0952	0,0845	0,0755	0,0679	0,0614	0,0558	0,0509
110	0,3877	0,3634	0,3415	0,3216	0,2578	0,2119	0,1776	0,1512	0,1304	0,1136	0,1000	0,0887	0,0792	0,0712	0,0644	0,0585	0,0534
115	0,4095	0,3835	0,3602	0,3390	0,2713	0,2227	0,1865	0,1586	0,1367	0,1191	0,1048	0,0929	0,0830	0,0746	0,0674	0,0612	0,0559
120	0,4317	0,4041	0,3792	0,3567	0,2849	0,2336	0,1954	0,1661	0,1431	0,1246	0,1096	0,0972	0,0868	0,0780	0,0705	0,0640	0,0584
125	0,4545	0,4250	0,3986	0,3747	0,2988	0,2446	0,2045	0,1737	0,1495	0,1302	0,1144	0,1014	0,0905	0,0813	0,0735	0,0667	0,0609
130	0,4778	0,4465	0,4184	0,3930	0,3128	0,2558	0,2136	0,1813	0,156	0,1358	0,1193	0,1057	0,0943	0,0847	0,0766	0,0695	0,0634
135	0,5016	0,4683	0,4386	0,4117	0,3270	0,2671	0,2228	0,1890	0,1625	0,1414	0,1242	0,1100	0,0982	0,0881	0,0796	0,0723	0,0659
140	0,5260	0,4907	0,4591	0,4308	0,3414	0,2785	0,2321	0,1967	0,1691	0,147	0,1291	0,1143	0,1020	0,0916	0,0827	0,0751	0,0685
145	0,5511	0,5136	0,4802	0,4502	0,3561	0,2900	0,2414	0,2045	0,1757	0,1527	0,1340	0,1187	0,1058	0,0950	0,0858	0,0778	0,0710
150	0,5767	0,5370	0,5017	0,4700	0,3709	0,3017	0,2509	0,2124	0,1823	0,1584	0,1390	0,1230	0,1097	0,0984	0,0889	0,0806	0,0735
155	0,6031	0,5610	0,5236	0,4902	0,3860	0,3135	0,2604	0,2203	0,189	0,1641	0,1440	0,1274	0,1136	0,1019	0,0920	0,0834	0,0761
160	0,6302	0,5856	0,5461	0,5108	0,4013	0,3254	0,2701	0,2283	0,1957	0,1699	0,1490	0,1318	0,1174	0,1054	0,0951	0,0863	0,0786
165	0,6580	0,6108	0,5690	0,5319	0,4169	0,3375	0,2798	0,2363	0,2025	0,1757	0,1540	0,1362	0,1213	0,1088	0,0982	0,0891	0,0812
170	0,6866	0,6366	0,5925	0,5534	0,4327	0,3498	0,2897	0,2444	0,2094	0,1815	0,1591	0,1406	0,1253	0,1123	0,1013	0,0919	0,0838
175	0,7161	0,6631	0,6166	0,5754	0,4487	0,3621	0,2996	0,2526	0,2162	0,1874	0,1641	0,1451	0,1292	0,1158	0,1045	0,0947	0,0863
180	0,7464	0,6904	0,6413	0,5978	0,4651	0,3747	0,3096	0,2608	0,2231	0,1933	0,1693	0,1495	0,1331	0,1193	0,1076	0,0976	0,0889
185	0,7777	0,7184	0,6665	0,6208	0,4816	0,3874	0,3197	0,2691	0,2301	0,1993	0,1744	0,1540	0,1371	0,1229	0,1108	0,1004	0,0915
190	0,8100	0,7472	0,6925	0,6444	0,4985	0,4003	0,3300	0,2775	0,2371	0,2052	0,1796	0,1585	0,1411	0,1264	0,1140	0,1033	0,0941
195	0,8434	0,7769	0,7191	0,6685	0,5157	0,4133	0,3403	0,2860	0,2442	0,2113	0,1847	0,1631	0,1451	0,1300	0,1171	0,1062	0,0967
200	0,8780	0,8075	0,7465	0,6931	0,5331	0,4265	0,3508	0,2945	0,2513	0,2173	0,1900	0,1676	0,1491	0,1335	0,1203	0,1090	0,0993

Функции защиты (продолжение)

Кривые охлаждения
для $E_{so} = 0$

I/Ib Es (%)	4,80	5,00	5,50	6,00	6,50	7,00	7,50	8,00	8,50	9,00	9,50	10,00	12,50	15,00	17,50	20,00
50	0,0219	0,0202	0,0167	0,0140	0,0119	0,0103	0,0089	0,0078	0,0069	0,0062	0,0056	0,0050	0,0032	0,0022	0,0016	0,0013
55	0,0242	0,0222	0,0183	0,0154	0,0131	0,0113	0,0098	0,0086	0,0076	0,0068	0,0061	0,0055	0,0035	0,0024	0,0018	0,0014
60	0,0264	0,0243	0,0200	0,0168	0,0143	0,0123	0,0107	0,0094	0,0083	0,0074	0,0067	0,0060	0,0038	0,0027	0,0020	0,0015
65	0,0286	0,0263	0,0217	0,0182	0,0155	0,0134	0,0116	0,0102	0,0090	0,0081	0,0072	0,0065	0,0042	0,0029	0,0021	0,0016
70	0,0309	0,0284	0,0234	0,0196	0,0167	0,0144	0,0125	0,0110	0,0097	0,0087	0,0078	0,0070	0,0045	0,0031	0,0023	0,0018
75	0,0331	0,0305	0,0251	0,0211	0,0179	0,0154	0,0134	0,0118	0,0104	0,0093	0,0083	0,0075	0,0048	0,0033	0,0025	0,0019
80	0,0353	0,0325	0,0268	0,0225	0,0191	0,0165	0,0143	0,0126	0,0111	0,0099	0,0089	0,0080	0,0051	0,0036	0,0026	0,0020
85	0,0376	0,0346	0,0285	0,0239	0,0203	0,0175	0,0152	0,0134	0,0118	0,0105	0,0095	0,0085	0,0055	0,0038	0,0028	0,0021
90	0,0398	0,0367	0,0302	0,0253	0,0215	0,0185	0,0161	0,0142	0,0125	0,0112	0,0100	0,0090	0,0058	0,0040	0,0029	0,0023
95	0,0421	0,0387	0,0319	0,0267	0,0227	0,0196	0,0170	0,0150	0,0132	0,0118	0,0106	0,0095	0,0061	0,0042	0,0031	0,0024
100	0,0444	0,0408	0,0336	0,0282	0,0240	0,0206	0,0179	0,0157	0,0139	0,0124	0,0111	0,0101	0,0064	0,0045	0,0033	0,0025
105	0,0466	0,0429	0,0353	0,0296	0,0252	0,0217	0,0188	0,0165	0,0146	0,0130	0,0117	0,0106	0,0067	0,0047	0,0034	0,0026
110	0,0489	0,0450	0,0370	0,0310	0,0264	0,0227	0,0197	0,0173	0,0153	0,0137	0,0123	0,0111	0,0071	0,0049	0,0036	0,0028
115	0,0512	0,0471	0,0388	0,0325	0,0276	0,0237	0,0207	0,0181	0,0160	0,0143	0,0128	0,0116	0,0074	0,0051	0,0038	0,0029
120	0,0535	0,0492	0,0405	0,0339	0,0288	0,0248	0,0216	0,0189	0,0167	0,0149	0,0134	0,0121	0,0077	0,0053	0,0039	0,0030
125	0,0558	0,0513	0,0422	0,0353	0,0300	0,0258	0,0225	0,0197	0,0175	0,0156	0,0139	0,0126	0,0080	0,0056	0,0041	0,0031
130	0,0581	0,0534	0,0439	0,0368	0,0313	0,0269	0,0234	0,0205	0,0182	0,0162	0,0145	0,0131	0,0084	0,0058	0,0043	0,0033
135	0,0604	0,0555	0,0457	0,0382	0,0325	0,0279	0,0243	0,0213	0,0189	0,0168	0,0151	0,0136	0,0087	0,0060	0,0044	0,0034
140	0,0627	0,0576	0,0474	0,0397	0,0337	0,0290	0,0252	0,0221	0,0196	0,0174	0,0156	0,0141	0,0090	0,0062	0,0046	0,0035
145	0,0650	0,0598	0,0491	0,0411	0,0349	0,0300	0,0261	0,0229	0,0203	0,0181	0,0162	0,0146	0,0093	0,0065	0,0047	0,0036
150	0,0673	0,0619	0,0509	0,0426	0,0361	0,0311	0,0270	0,0237	0,0210	0,0187	0,0168	0,0151	0,0096	0,0067	0,0049	0,0038
155	0,0696	0,0640	0,0526	0,0440	0,0374	0,0321	0,0279	0,0245	0,0217	0,0193	0,0173	0,0156	0,0100	0,0069	0,0051	0,0039
160	0,0720	0,0661	0,0543	0,0455	0,0386	0,0332	0,0289	0,0253	0,0224	0,0200	0,0179	0,0161	0,0103	0,0071	0,0052	0,0040
165	0,0743	0,0683	0,0561	0,0469	0,0398	0,0343	0,0298	0,0261	0,0231	0,0206	0,0185	0,0166	0,0106	0,0074	0,0054	0,0041
170	0,0766	0,0704	0,0578	0,0484	0,0411	0,0353	0,0307	0,0269	0,0238	0,0212	0,0190	0,0171	0,0109	0,0076	0,0056	0,0043
175	0,0790	0,0726	0,0596	0,0498	0,0423	0,0364	0,0316	0,0277	0,0245	0,0218	0,0196	0,0177	0,0113	0,0078	0,0057	0,0044
180	0,0813	0,0747	0,0613	0,0513	0,0435	0,0374	0,0325	0,0285	0,0252	0,0225	0,0201	0,0182	0,0116	0,0080	0,0059	0,0045
185	0,0837	0,0769	0,0631	0,0528	0,0448	0,0385	0,0334	0,0293	0,0259	0,0231	0,0207	0,0187	0,0119	0,0083	0,0061	0,0046
190	0,0861	0,0790	0,0649	0,0542	0,0460	0,0395	0,0344	0,0301	0,0266	0,0237	0,0213	0,0192	0,0122	0,0085	0,0062	0,0048
195	0,0884	0,0812	0,0666	0,0557	0,0473	0,0406	0,0353	0,0309	0,0274	0,0244	0,0218	0,0197	0,0126	0,0087	0,0064	0,0049
200	0,0908	0,0834	0,0684	0,0572	0,0485	0,0417	0,0362	0,0317	0,0281	0,0250	0,0224	0,0202	0,0129	0,0089	0,0066	0,0050

**Кривые нагрева
для Eso = 0**

I/lb Es (%)	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50	1,55	1,60	1,65	1,70	1,75	1,80
105		0,6690	0,2719	0,1685	0,1206	0,0931	0,0752	0,0627	0,0535	0,0464	0,0408	0,0363	0,0326	0,0295	0,0268	0,0245	0,0226
110		3,7136	0,6466	0,3712	0,2578	0,1957	0,1566	0,1296	0,1100	0,0951	0,0834	0,0740	0,0662	0,0598	0,0544	0,0497	0,0457
115			1,2528	0,6257	0,4169	0,3102	0,2451	0,2013	0,1699	0,1462	0,1278	0,1131	0,1011	0,0911	0,0827	0,0755	0,0693
120			3,0445	0,9680	0,6061	0,4394	0,3423	0,2786	0,2336	0,2002	0,1744	0,1539	0,1372	0,1234	0,1118	0,1020	0,0935
125				1,4925	0,8398	0,5878	0,4499	0,3623	0,3017	0,2572	0,2231	0,1963	0,1747	0,1568	0,1419	0,1292	0,1183
130				2,6626	1,1451	0,7621	0,5705	0,4537	0,3747	0,3176	0,2744	0,2407	0,2136	0,1914	0,1728	0,1572	0,1438
135					1,5870	0,9734	0,7077	0,5543	0,4535	0,3819	0,3285	0,2871	0,2541	0,2271	0,2048	0,1860	0,1699
140					2,3979	1,2417	0,8668	0,6662	0,5390	0,4507	0,3857	0,3358	0,2963	0,2643	0,2378	0,2156	0,1967
145						1,6094	1,0561	0,7921	0,6325	0,5245	0,4463	0,3869	0,3403	0,3028	0,2719	0,2461	0,2243
150						2,1972	1,2897	0,9362	0,7357	0,6042	0,5108	0,4408	0,3864	0,3429	0,3073	0,2776	0,2526
155						3,8067	1,5950	1,1047	0,8508	0,6909	0,5798	0,4978	0,4347	0,3846	0,3439	0,3102	0,2817
160							2,0369	1,3074	0,9808	0,7857	0,6539	0,5583	0,4855	0,4282	0,3819	0,3438	0,3118
165							2,8478	1,5620	1,1304	0,8905	0,7340	0,6226	0,5390	0,4738	0,4215	0,3786	0,3427
170								1,9042	1,3063	1,0076	0,8210	0,6914	0,5955	0,5215	0,4626	0,4146	0,3747
175								2,4288	1,5198	1,1403	0,9163	0,7652	0,6554	0,5717	0,5055	0,4520	0,4077
180								3,5988	1,7918	1,2933	1,0217	0,8449	0,7191	0,6244	0,5504	0,4908	0,4418
185									2,1665	1,4739	1,1394	0,9316	0,7872	0,6802	0,5974	0,5312	0,4772
190									2,7726	1,6946	1,2730	1,0264	0,8602	0,7392	0,6466	0,5733	0,5138
195									4,5643	1,9782	1,4271	1,1312	0,9390	0,8019	0,6985	0,6173	0,5518
200										2,3755	1,6094	1,2483	1,0245	0,8688	0,7531	0,6633	0,5914

I/lb Es (%)	1,85	1,90	1,95	2,00	2,20	2,40	2,60	2,80	3,00	3,20	3,40	3,60	3,80	4,00	4,20	4,40	4,60
105	0,0209	0,0193	0,0180	0,0168	0,0131	0,0106	0,0087	0,0073	0,0063	0,0054	0,0047	0,0042	0,0037	0,0033	0,0030	0,0027	0,0025
110	0,0422	0,0391	0,0363	0,0339	0,0264	0,0212	0,0175	0,0147	0,0126	0,0109	0,0095	0,0084	0,0075	0,0067	0,0060	0,0055	0,0050
115	0,0639	0,0592	0,0550	0,0513	0,0398	0,0320	0,0264	0,0222	0,0189	0,0164	0,0143	0,0126	0,0112	0,0101	0,0091	0,0082	0,0075
120	0,0862	0,0797	0,0740	0,0690	0,0535	0,0429	0,0353	0,0297	0,0253	0,0219	0,0191	0,0169	0,0150	0,0134	0,0121	0,0110	0,0100
125	0,1089	0,1007	0,0934	0,0870	0,0673	0,0540	0,0444	0,0372	0,0317	0,0274	0,0240	0,0211	0,0188	0,0168	0,0151	0,0137	0,0125
130	0,1322	0,1221	0,1132	0,1054	0,0813	0,0651	0,0535	0,0449	0,0382	0,0330	0,0288	0,0254	0,0226	0,0202	0,0182	0,0165	0,0150
135	0,1560	0,1440	0,1334	0,1241	0,0956	0,0764	0,0627	0,0525	0,0447	0,0386	0,0337	0,0297	0,0264	0,0236	0,0213	0,0192	0,0175
140	0,1805	0,1664	0,1540	0,1431	0,1100	0,0878	0,0720	0,0603	0,0513	0,0443	0,0386	0,0340	0,0302	0,0270	0,0243	0,0220	0,0200
145	0,2055	0,1892	0,1750	0,1625	0,1246	0,0993	0,0813	0,0681	0,0579	0,0499	0,0435	0,0384	0,0341	0,0305	0,0274	0,0248	0,0226
150	0,2312	0,2127	0,1965	0,1823	0,1395	0,1110	0,0908	0,0759	0,0645	0,0556	0,0485	0,0427	0,0379	0,0339	0,0305	0,0276	0,0251
155	0,2575	0,2366	0,2185	0,2025	0,1546	0,1228	0,1004	0,0838	0,0712	0,0614	0,0535	0,0471	0,0418	0,0374	0,0336	0,0304	0,0277
160	0,2846	0,2612	0,2409	0,2231	0,1699	0,1347	0,1100	0,0918	0,0780	0,0671	0,0585	0,0515	0,0457	0,0408	0,0367	0,0332	0,0302
165	0,3124	0,2864	0,2639	0,2442	0,1855	0,1468	0,1197	0,0999	0,0847	0,0729	0,0635	0,0559	0,0496	0,0443	0,0398	0,0360	0,0328
170	0,3410	0,3122	0,2874	0,2657	0,2012	0,1591	0,1296	0,1080	0,0916	0,0788	0,0686	0,0603	0,0535	0,0478	0,0430	0,0389	0,0353
175	0,3705	0,3388	0,3115	0,2877	0,2173	0,1715	0,1395	0,1161	0,0984	0,0847	0,0737	0,0648	0,0574	0,0513	0,0461	0,0417	0,0379
180	0,4008	0,3660	0,3361	0,3102	0,2336	0,1840	0,1495	0,1244	0,1054	0,0906	0,0788	0,0692	0,0614	0,0548	0,0493	0,0446	0,0405
185	0,4321	0,3940	0,3614	0,3331	0,2502	0,1967	0,1597	0,1327	0,1123	0,0965	0,0839	0,0737	0,0653	0,0583	0,0524	0,0474	0,0431
190	0,4644	0,4229	0,3873	0,3567	0,2671	0,2096	0,1699	0,1411	0,1193	0,1025	0,0891	0,0782	0,0693	0,0619	0,0556	0,0503	0,0457
195	0,4978	0,4525	0,4140	0,3808	0,2842	0,2226	0,1802	0,1495	0,1264	0,1085	0,0943	0,0828	0,0733	0,0654	0,0588	0,0531	0,0483
200	0,5324	0,4831	0,4413	0,4055	0,3017	0,2358	0,1907	0,1581	0,1335	0,1145	0,0995	0,0873	0,0773	0,0690	0,0620	0,0560	0,0509

Функции защиты (продолжение)

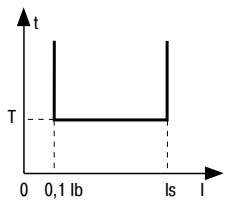
Кривые нагрева
для $E_{so} = 0$

I/lb Es (%)	4,80	5,00	5,50	6,00	6,50	7,00	7,50	8,00	8,50	9,00	9,50	10,00	12,50	15,00	17,50	20,00
105	0,0023	0,0021	0,0017	0,0014	0,0012	0,0010	0,0009	0,0008	0,0007	0,0006	0,0006	0,0005	0,0003	0,0002	0,0002	0,0001
110	0,0045	0,0042	0,0034	0,0029	0,0024	0,0021	0,0018	0,0016	0,0014	0,0013	0,0011	0,0010	0,0006	0,0004	0,0003	0,0003
115	0,0068	0,0063	0,0051	0,0043	0,0036	0,0031	0,0027	0,0024	0,0021	0,0019	0,0017	0,0015	0,0010	0,0007	0,0005	0,0004
120	0,0091	0,0084	0,0069	0,0057	0,0049	0,0042	0,0036	0,0032	0,0028	0,0025	0,0022	0,0020	0,0013	0,0009	0,0007	0,0005
125	0,0114	0,0105	0,0086	0,0072	0,0061	0,0052	0,0045	0,0040	0,0035	0,0031	0,0028	0,0025	0,0016	0,0011	0,0008	0,0006
130	0,0137	0,0126	0,0103	0,0086	0,0073	0,0063	0,0054	0,0048	0,0042	0,0038	0,0034	0,0030	0,0019	0,0013	0,0010	0,0008
135	0,0160	0,0147	0,0120	0,0101	0,0085	0,0073	0,0064	0,0056	0,0049	0,0044	0,0039	0,0035	0,0023	0,0016	0,0011	0,0009
140	0,0183	0,0168	0,0138	0,0115	0,0097	0,0084	0,0073	0,0064	0,0056	0,0050	0,0045	0,0040	0,0026	0,0018	0,0013	0,0010
145	0,0206	0,0189	0,0155	0,0129	0,0110	0,0094	0,0082	0,0072	0,0063	0,0056	0,0051	0,0046	0,0029	0,0020	0,0015	0,0011
150	0,0229	0,0211	0,0172	0,0144	0,0122	0,0105	0,0091	0,0080	0,0070	0,0063	0,0056	0,0051	0,0032	0,0022	0,0016	0,0013
155	0,0253	0,0232	0,0190	0,0158	0,0134	0,0115	0,0100	0,0088	0,0077	0,0069	0,0062	0,0056	0,0035	0,0025	0,0018	0,0014
160	0,0276	0,0253	0,0207	0,0173	0,0147	0,0126	0,0109	0,0096	0,0085	0,0075	0,0067	0,0061	0,0039	0,0027	0,0020	0,0015
165	0,0299	0,0275	0,0225	0,0187	0,0159	0,0136	0,0118	0,0104	0,0092	0,0082	0,0073	0,0066	0,0042	0,0029	0,0021	0,0016
170	0,0323	0,0296	0,0242	0,0202	0,0171	0,0147	0,0128	0,0112	0,0099	0,0088	0,0079	0,0071	0,0045	0,0031	0,0023	0,0018
175	0,0346	0,0317	0,0260	0,0217	0,0183	0,0157	0,0137	0,0120	0,0106	0,0094	0,0084	0,0076	0,0048	0,0034	0,0025	0,0019
180	0,0370	0,0339	0,0277	0,0231	0,0196	0,0168	0,0146	0,0128	0,0113	0,0101	0,0090	0,0081	0,0052	0,0036	0,0026	0,0020
185	0,0393	0,0361	0,0295	0,0246	0,0208	0,0179	0,0155	0,0136	0,0120	0,0107	0,0096	0,0086	0,0055	0,0038	0,0028	0,0021
190	0,0417	0,0382	0,0313	0,0261	0,0221	0,0189	0,0164	0,0144	0,0127	0,0113	0,0101	0,0091	0,0058	0,0040	0,0030	0,0023
195	0,0441	0,0404	0,0330	0,0275	0,0233	0,0200	0,0173	0,0152	0,0134	0,0119	0,0107	0,0096	0,0061	0,0043	0,0031	0,0024
200	0,0464	0,0426	0,0348	0,0290	0,0245	0,0211	0,0183	0,0160	0,0141	0,0126	0,0113	0,0102	0,0065	0,0045	0,0033	0,0025

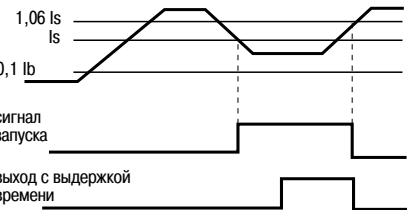
Минимальный фазный ток

Код ANSI 37

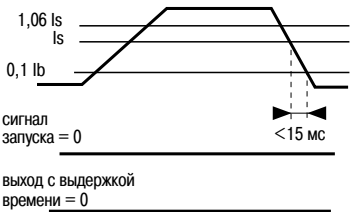
Работа
Эта защита однофазная:
■ она запускается, когда ток фазы I падает ниже уставки Is;
■ она не активна, когда ток Is меньше 10% Ib;
■ защита не чувствительна к снижению тока, вызванного отключением выключателя;
■ имеет независимую выдержку времени T.



Принцип работы

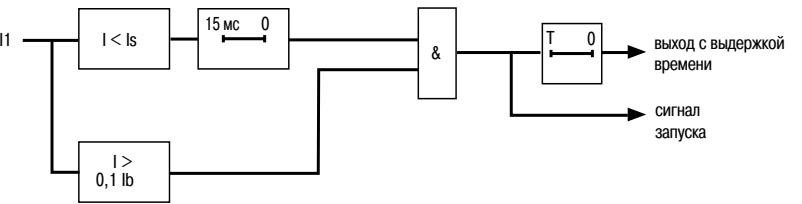


Случай снижения тока



Случай отключения выключателя

Алгоритм работы



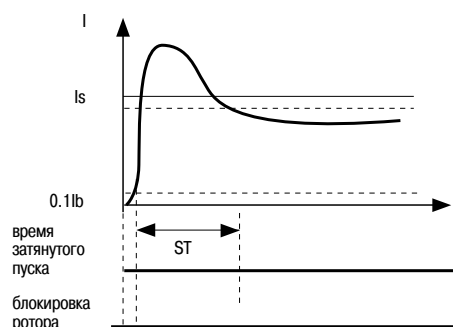
Характеристики

Уставка Is	
уставка	15% Ib ≤ Is ≤ 100% Ib с шагом 1%
точность	±5%
коэффициент возврата	106±5% для Is > 0,1 In
Выдержка времени T	
уставка	50 мс ≤ T ≤ 300 с
точность ⁽¹⁾	±2% или ±25 мс
разрешение	10 мс или 1 цифра
Временные характеристики	
время срабатывания	< 50 мс
время превышения	< 35 мс
время возврата	< 40 мс

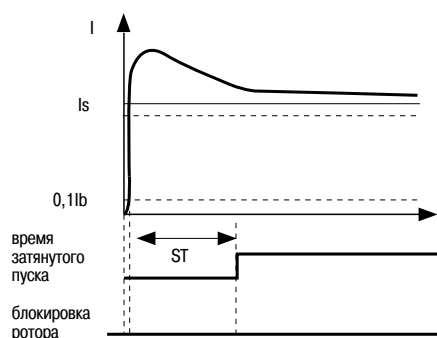
⁽¹⁾ В стандартных условиях (МЭК 60255-6).

Затянутый пуск, блокировка ротора

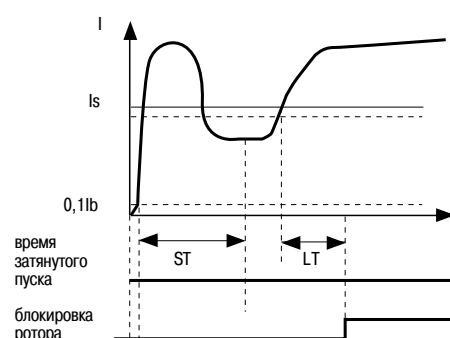
Код ANSI	48 - 51LR
----------	-----------



Случай нормального пуска



Случай затянутого пуска



Случай блокировки ротора

Работа

Данная функция трехфазная.

Она состоит из трех частей:

- **затянутое время пуска:** во время пуска защита срабатывает, когда один из трех фазных токов больше уставки I_s в течение периода времени, большего, чем выдержка времени ST (нормальное время пуска).

■ блокировка ротора:

□ при нормальной работе (после пуска) защита срабатывает, когда один из трех фазных токов больше уставки в течение периода времени, большего, чем выдержка времени LT - тип независимой выдержки;

□ блокировка пуска: двигатели большой мощности могут иметь очень большое время пуска из-за их инерции или уменьшения напряжения питания. Это время пуска больше, чем разрешенное время блокировки ротора. Для правильной защиты таких двигателей можно настроить выдержку времени LTS таймера, который инициирует пуск, если старт был определен ($I>I_s$) и если скорость вращения двигателя нулевая. Для нормального пуска вход I23 (датчик нулевой скорости) блокирует эту защиту.

Самозапуск двигателя

Когда проходит самозапуск двигателя, он потребляет ток, близкий к пусковому току ($> I_s$) без первоначального прохождения этого тока через значение, меньшее 10% I_b .

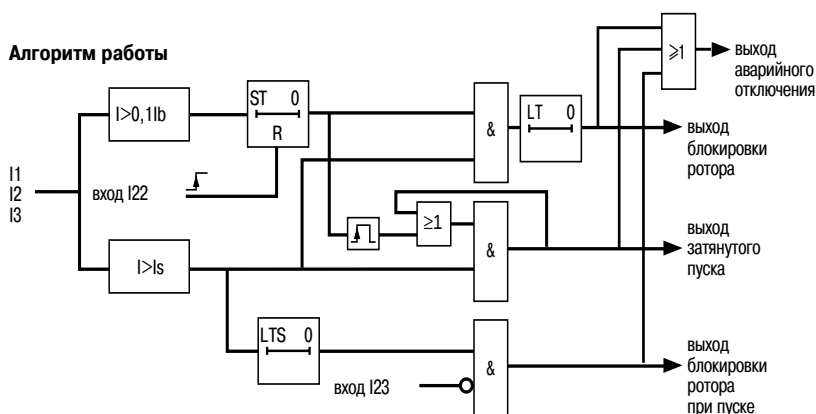
Эта информация может быть использована для:

☐ повторного срабатывания защиты **затянутого пуска**;

☐ установки поддержки времени LT защиты **блокировки ротора** на более низкое значение.

Пуск определяется, когда потребляемый ток превысит на 10% базовый ток I_b .

Алгоритм работы



Характеристики

Уставка Is

уставка	50% lb ≤ ls ≤ 500% lb
разрешение	1%
точность ⁽¹⁾	±5%
коэффициент возврата	93,5±5%

Выдержка времени ST и LT

уставка	ST	500 мс ≤ T ≤ 300 с
	LT	50 мс ≤ T ≤ 300 с
	LTS	50 мс ≤ T ≤ 300 с
разрешение		10 мс или 1 цифра
точность ⁽¹⁾		±2% или ±25 мс

⁽¹⁾ В стандартных условиях (МЭК 60255-6).

Количество пусков в час

Код ANSI

66

Работа

Данная функция трехфазная.

Она запускается, когда количество пусков достигает следующих пределов:

- максимального количества разрешенных пусков в час (P) (Nt);
- максимального разрешенного количества последовательных «горячих» пусков (Nc);
- максимального разрешенного количества последовательных «холодных» пусков (Nh);
- функция показывает количество разрешенных пусков, оставшихся до максимума, в случае, если защита не запущена;
- время ожидания до разрешения пуска в случае запуска защиты.

Пуск определяется, когда потребляемый ток становится на 10% больше тока Ib после того, как он был ниже этого значения в течение выдержки времени T.

Получение данных

Данные о количестве пусков и времени ожидания могут быть получены:

- с дисплея ⁽¹⁾ при помощи кнопки ;
- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- через связь.

Сброс данных

Данные счетчиков количества пусков могут быть установлены на 0 при использовании пароля:

- с дисплея при помощи кнопки «clear» ⁽¹⁾;
- с экрана ПК, имеющего программное обеспечение SFT 2841;
- через связь.

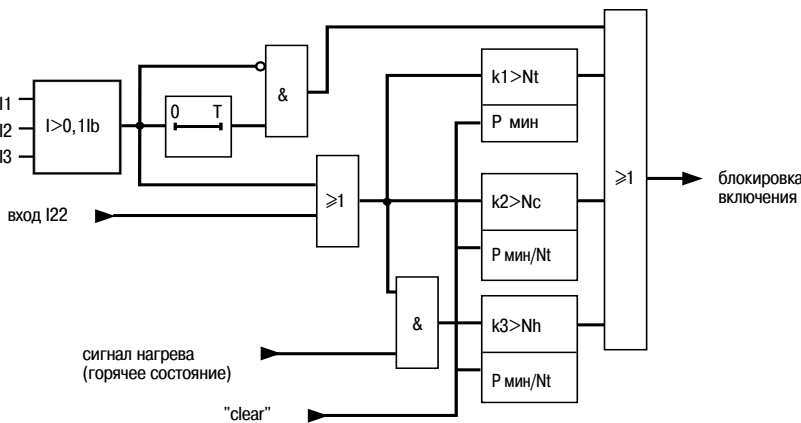
Количество последовательных пусков - это пуски, подсчитанные в течение последних P/Nt минут, где Nt является разрешенным количеством пусков в час.

Горячее состояние двигателя соответствует превышению первой уставки Es1 (50% нагрева) функции тепловой защиты.

При повторном пуске двигателя он подвергается нагрузке, подобной той, которой он подвергается при пуске без первоначального прохождения тока через значение, меньшее 10% Ib. В этом случае количество пусков не увеличивается.

Однако количество пусков увеличивается, когда повторный пуск происходит по сигналу логического входа (вход I22).

Алгоритм работы



Характеристики

Период времени P	
уставка	1 - 6 ч
разрешение	1
Общее количество пусков Nt	
уставка	1 - 60
разрешение	1
Количество последовательных пусков Nt и Nc	
уставка ⁽²⁾	1 - Nt
разрешение	1
Выдержка времени T	
уставка	0 мин ≤ T ≤ 90 мин
разрешение	1 мин или 1 цифра
Измерение времени ожидания	
диапазон измерения	0 - 360 мин
разрешение	1 мин
Измерение количества оставшихся пусков N	
диапазон измерения	0 - 60
разрешение	1

⁽¹⁾ Sepam с опцией усовершенствованного UMI.

⁽²⁾ C Nh ≤ Nc.

Минимальное напряжение прямой последовательности и контроль направления вращения фаз

Код ANSI27D - 47

Работа

Минимальное напряжение прямой последовательности
 Защита запускается, когда составляющая прямой последовательности Vd системы трехфазного напряжения меньше уставки Vsd при:

$$\vec{V_d} = (1/3) [\vec{V_1} + a \vec{V_2} + a^2 \vec{V_3}],$$

$$\vec{V_d} = (1/3) [\vec{U_{21}} - a^2 \vec{U_{32}}],$$

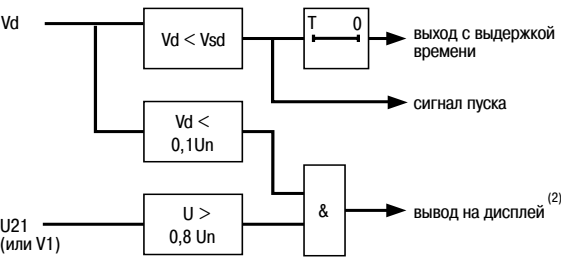
$$V = \frac{U}{\sqrt{3}} \quad \text{и} \quad a = e^{j\frac{2}{3}};$$

- защита включает независимую выдержку времени T;
- защита позволяет обнаружить снижение электрического момента двигателя.

Направление вращения фаз

Эта защита определяет направление вращения фаз.
 Защита полагает направление вращения фаз обратным в том случае, когда напряжение прямой последовательности меньше 10% Unp и линейное напряжение больше 80% Unp.

Алгоритм работы



Характеристики

Уставки Vsd	
уставка	15- 60% Unp
точность ⁽¹⁾	±2%
коэффициент возврата	(103±2,5)%
разрешение	1%
Выдержки времени T	
уставка	50 мс - 300 с
точность ⁽¹⁾	±2% или ±25 мс
разрешение	10 мс или 1 цифра
Временные характеристики	
время срабатывания	пуск < 55 мс
время превышения	< 35 мс
время возврата	< 35 мс

⁽¹⁾ В стандартных условиях (МЭК 60255-6).
⁽²⁾ Выводит на дисплей сообщение «rotation» вместо измерения напряжения прямой последовательности.

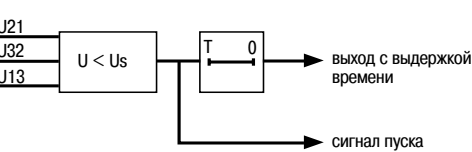
Минимальное линейное напряжение

Код ANSI27

Работа

Эта защита трехфазная:
 ■ она запускается, когда одно из соответствующих линейных напряжений меньше уставки Us;
 ■ защита имеет независимую выдержку времени.

Алгоритм работы



Характеристики

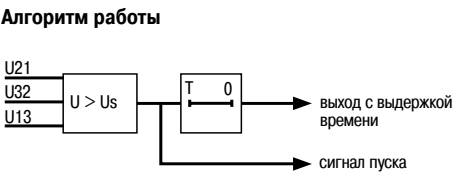
Уставка Us	
уставка	5 - 100% Unp
точность ⁽¹⁾	±2% или 0,005 Unp
разрешение	1%
коэффициент возврата	(103±2,5)%
Выдержки времени T	
уставка	50 мс - 300 с
точность ⁽¹⁾	±2% или ±25 мс
разрешение	10 мс или 1 цифра
Временные характеристики	
время срабатывания	пуск < 35 мс (25 мс, тип.)
время превышения	< 35 мс
время возврата	< 40 мс

⁽¹⁾ В стандартных условиях (МЭК 60255-6).

Максимальное линейное напряжение

Код ANSI 59

Работа
Данная защита трехфазная:
■ запускается, когда одно из соответствующих линейных напряжений больше уставки U_s ;
■ имеет независимую выдержку времени.



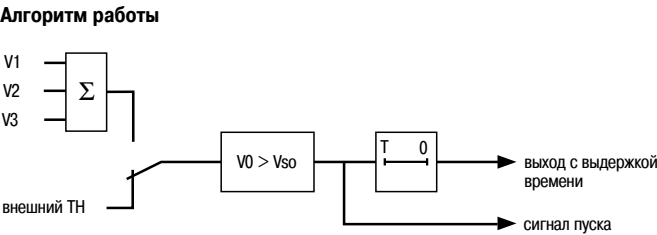
Характеристики	
Уставка U_s	
уставка	5 - 150% Unp
точность ⁽¹⁾	$\pm 2\%$ или 0,005 Unp
разрешение	1%
коэффициент возврата	97 $\pm$ 1%
Выдержки времени T	
уставка	50 мс - 300 с
точность ⁽¹⁾	$\pm 2\%$ или ± 25 мс
разрешение	10 мс или 1 цифра
Временные характеристики	
время срабатывания	пуск < 35 мс (25 мс, тип.)
время превышения	< 35 мс
время возврата	< 40 мс

⁽¹⁾ В стандартных условиях (МЭК 60255-6).
⁽²⁾ 135% Unp с РТ 230 В / $\sqrt{3}$.

Напряжение нулевой последовательности

Код ANSI 59N

Работа
Эта защита запускается, когда напряжение нулевой последовательности V_0 больше уставки V_{so} при $\vec{V}_0 = \vec{V}_1 + \vec{V}_2 + \vec{V}_3$;
■ защита имеет независимую выдержку времени T;
■ напряжение нулевой последовательности вычисляется либо по 3 фазным напряжениям, либо измеряется с помощью внешнего трансформатора напряжения.



Характеристики	
Уставка V_{so}	
уставка	2 - 80% Unp , если $V_{nso}^{(2)} = \text{сумма 3 В}$ 2 - 80% Unp , если $V_{nso}^{(2)} = Unp / \sqrt{3}$ 5 - 80% Unp , если $V_{nso}^{(2)} = Unp / 3$
точность ⁽¹⁾	$\pm 2\%$ или 0,005 Unp
разрешение	1%
коэффициент возврата	97 $\pm$ 1%
Выдержки времени T	
уставка	50 мс - 300 с
точность ⁽¹⁾	$\pm 2\%$ или ± 25 мс
разрешение	10 мс или 1 цифра
Временные характеристики	
время срабатывания	пуск < 55 мс
время превышения	< 35 мс
время возврата	< 55 мс

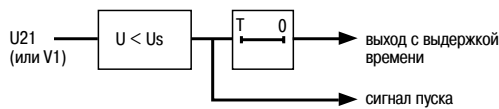
⁽¹⁾ В стандартных условиях (МЭК 60255-6).
⁽²⁾ V_{nso} является одним из основных параметров.

Минимальное напряжение

Код ANSI	27R
----------	-----

Работа
Данная защита однофазная:
■ запускается, когда линейное напряжение U21 меньше уставки Us;
■ имеет независимую выдержку времени.

Алгоритм работы



Максимальная частота

Код ANSI	81H
----------	-----

Работа
Данная функция запускается, когда частота напряжения прямой последовательности больше уставки и когда напряжение прямой последовательности больше 20 % Unp ($Unp/\sqrt{3}$).
Если присоединен только один ТН (U21), защита запускается, когда частота больше уставки и если напряжение U21 больше 20% от Unp.
Защита имеет независимую выдержку времени T.

Характеристики

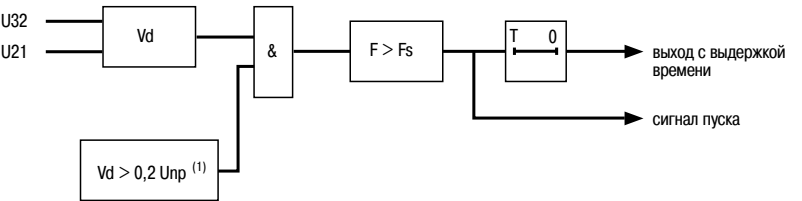
Уставки Us	
уставка	5 - 100% Unp
точность	±2% или 0,005 Unp
коэффициент возврата	(103±2,5)%
разрешение	1%

Выдержки времени T	
уставка	50 мс - 300 с
точность ⁽¹⁾	±2% или ±25 мс
разрешение	10 мс или 1 цифра

Временные характеристики	
время срабатывания	< 40 мс
время превышения	< 20 мс
время возврата	< 30 мс

⁽¹⁾ В стандартных условиях (МЭК 60255-6).

Алгоритм работы



⁽¹⁾ Или U21 > 0,2 Unp (если имеется только один ТН).

Если есть только один датчик (U21), сигнал напряжения подведен к клеммам 1 и 2 разъема ССТ 640, независимо от фазы.

Характеристики

Уставка Fs	
уставка	50 - 53 Гц или 60 - 63 Гц
разрешение	0,1 Гц
точность ⁽¹⁾	0,1 Гц
разница срабатывания/отключения	0,2 ±0,1 Гц

Выдержки времени T	
уставка	100 мс - 300 с
точность ⁽¹⁾	±2% или ±25 мс
разрешение	10 мс или 1 цифра

Временные характеристики	
время срабатывания	запуск < 100 мс (80 мс, тип.)
время превышения	< 100 мс
время возврата	< 100 мс

⁽¹⁾ В стандартных условиях (МЭК 60255-6) и df/dt < 3 Гц/с.

Минимальная частота

Код ANSI 81L

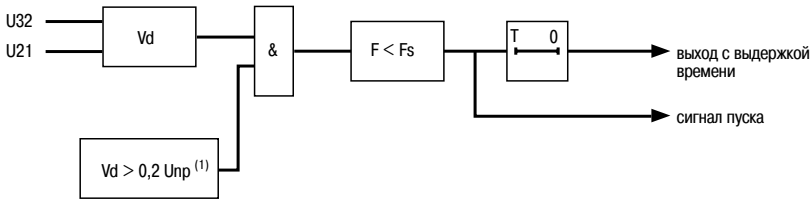
Работа

Данная функция запускается, когда частота напряжения прямой последовательности меньше уставки и когда напряжение прямой последовательности больше 20 % U_{np} ($U_{np}/\sqrt{3}$).

Если присоединен только один ТН (U21), защита запускается, когда частота меньше уставки и если напряжение прямой последовательности больше 20% U_{np} .

Защита имеет независимую выдержку времени T.

Алгоритм работы



(1) Или $U_{21} > 0,2 U_{np}$ (если имеется только один ТН).

Если есть только один датчик (U21), сигнал напряжения подведен к клеммам 1 и 2 разъема ССТ 640, независимо от фазы.

Характеристики

Уставка Fs	
уставка	45 - 50 Гц или 55 - 60 Гц
разрешение	0,1 Гц
точность ⁽¹⁾	0,1 Гц
разность порога срабатывания/отпускания	0,2±0,1 Гц
Выдержки времени T	
уставка	100 мс - 300 с
точность ⁽¹⁾	±2% или ±25 мс
разрешение	10 мс или 1 цифра
Временные характеристики	
время срабатывания	пуск < 100 мс (80 мс, тип.)
время превышения	< 100 мс
время возврата	< 100 мс

(1) В стандартных условиях (МЭК 60255-6) и $df/dt < 3$ Гц/с.

Автоматическое повторное включение (АПВ)

Код ANSI79

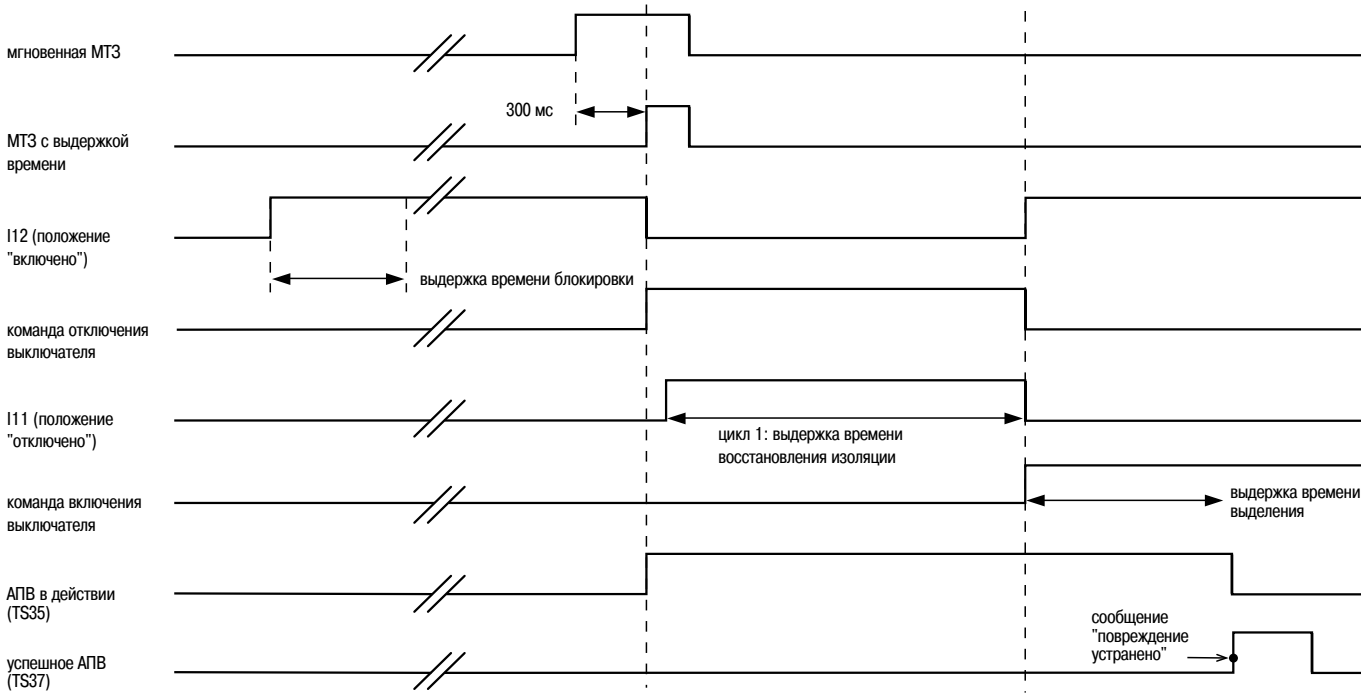
Инициализация устройства повторного включения
 Устройство повторного включения готово к работе, если соблюдены следующие условия:
 ■ устройство повторного включения введено в работу;
 ■ выключатель включен;
 ■ выдержка времени блокировки не запущена;
 ■ ни одно из условий блокировки автоматического повторного включения не действует (см. ниже).

Циклы
 ■ Случай устраненного повреждения:
 □ если после команды на повторное включение повреждение не проявляется по истечении выдержки времени выделения, происходит инициализация устройства повторного включения и на дисплее появляется сообщение (см. Пример 1).
 ■ Случай неустраненного повреждения, окончательное отключение:
 □ после отключения защитой с/без выдержки времени, запускается выдержка времени восстановления изоляции, связанная с первым активным циклом. Когда он заканчивается, дается команда на включение и эта команда запускает выдержку времени выделения. В случае если защита обнаружит повреждение до окончания этой выдержки времени, дается команда на отключение и активизируется следующий цикл автоматического повторного включения;
 □ если неисправность не устраняется после всех активных циклов, дается команда на окончательное отключение. На дисплей выводится сообщение и включение блокируется до тех пор, пока пользователь не квитирует неисправность в соответствии с уставками защит.

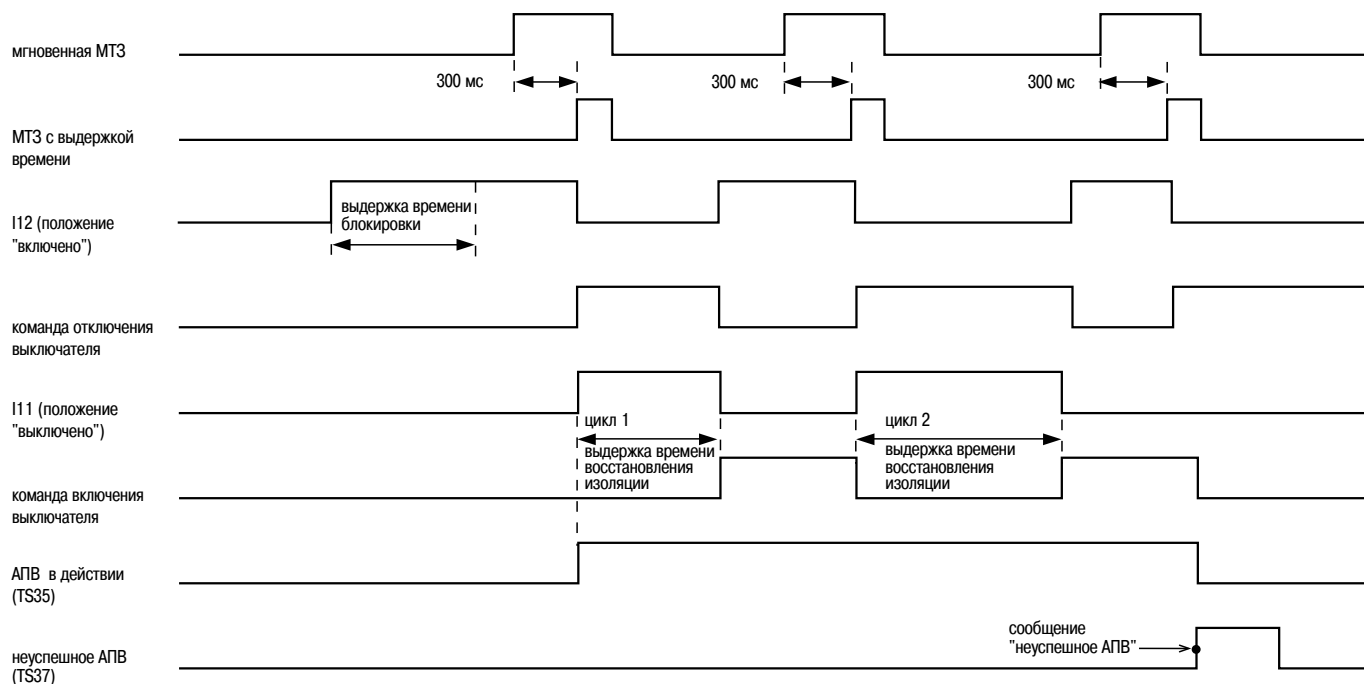
■ Включение на короткое замыкание
 Если выключатель включается на короткое замыкание или если повреждение возникает до конца выдержки времени блокировки, автоматическое повторное включение блокируется.
Условия блокировки устройства повторного включения
 Устройство повторного включения блокируется при появлении одного из следующих условий:
 ■ прием команды на включение или аварийное отключение;
 ■ устройство автоматического повторного включения не введено в работу;
 ■ прием команды на блокировку на входе блокировки I26;
 ■ появление неисправности, связанной с выключателем, например, отказ цепей управления или отключение;
 ■ получение внешней команды на отключение на входе I21 или I22.

Характеристики		
Циклы повторного включения		уставки
количество циклов		1 - 4
активация цикла 1 ⁽¹⁾	O/C 1	мгнов./выд. врем./неактивн.
	O/C 2	мгнов./выд. врем./неактивн.
	E/F 1	мгнов./выд. врем./неактивн.
	E/F 2	мгнов./выд. врем./неактивн.
активация циклов 2, 3 и 4 ⁽¹⁾	O/C 1	мгнов./выд. врем./неактивн.
	O/C 2	мгнов./выд. врем./неактивн.
	E/F 1	мгнов./выд. врем./неактивн.
	E/F 2	мгнов./выд. врем./неактивн.
Выдержки времени		
выдержка времени выделения выдержка времени восстановления изоляции	цикл 1	0,05 - 300 с
	цикл 2	0,05 - 300 с
	цикл 3	0,05 - 300 с
	цикл 4	0,05 - 300 с
выдержка времени блокировки		0,05 - 300 с
точность		±2% или 25 мс
разрешение		10 мс или 1 цифра

⁽¹⁾ Если во время цикла автоматического повторного включения защита становится неактивной относительно триггеров отключения, устройство автоматического повторного включения блокируется.



Пример 1: случай успешного АПВ после первого цикла. Активация с выдержкой времени 300 мс максимальной токовой защиты (МТЗ).



Пример 2: случай неуспешного АПВ после двух циклов, запущенных максимальной токовой защитой с выдержкой времени 300 мс.

Контроль температуры

Код ANSI 49T - 38

Работа

Данная защита связана с температурными датчиками RTD Pt100 платиновыми (100 Ом при 0°) или никелевыми (100 Ом, 120 Ом) в соответствии со стандартами МЭК 60751 и DIN 43760.

■ запускается, когда контролируемая температура больше уставки Ts;

■ имеет две независимых уставки:

□ уставку аварийной сигнализации;

□ уставку отключения;

■ защита определяет случаи обрыва и короткого замыкания температурных датчиков RTD:

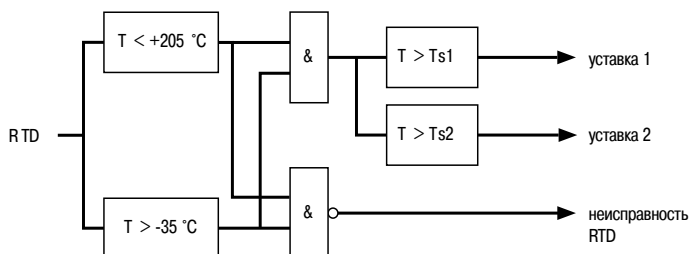
□ короткое замыкание датчика RTD обнаруживается в случае, когда измеряемая температура меньше -35 °C (на дисплее появляется сообщение «*****»);

□ обрыв датчика RTD обнаруживается, когда измеряемая температура больше +205 °C (на дисплее появляется сообщение «-*****»).

В случае обнаружения неисправности датчика RTD выходные реле блокируются: выходы защиты устанавливаются на 0.

Сообщение «неисправность RTD» имеется в матрице управления.

Алгоритм работы



Характеристики

Уставки Ts1 и Ts2	°C	°F
уставка	0 - 180 °C	32 - 356 °F
точность ⁽¹⁾	±1,5 °C	±2,7 °F
разрешение	1 °C	1 °F
разность порога срабатывания/отпускания	3±0,5°C	

Временные характеристики

время отключения	< 5 с
------------------	-------

⁽¹⁾ См. в главе «Измерение температуры» данные о снижении точности в зависимости от сечения кабелей.

Защиты с зависимой выдержкой времени

Время срабатывания зависит от защищаемой переменной (фазный ток, ток замыкания на землю и т.д.).

Работа представлена характерными кривыми:

- $t = f(I)$ для функции **максимального фазного тока**;
- $t = f(I_0)$ для функции **замыкания на землю**.

Далее описание основывается на $t = f(I)$, но те же аргументы можно использовать и в отношении других переменных, таких, как I_0 и т.д.

Кривая определяется по:

- типу (стандартная обратно зависимая **SIT**, очень обратно зависимая **VIT** или **LTI**, чрезвычайно обратно зависимая **EIT**, ультра обратно зависимая **UIT**, **RI**);
- уставке I_s соответствует вертикальная асимптота кривой;
- уставка выдержки времени T соответствует времени срабатывания для $I = 10 I_s$.

Эти три уставки выполняются в следующем хронологическом порядке: тип, ток I_s , выдержка времени T .

Изменение выдержки времени T на $x\%$ изменяет все время срабатывания на кривой на $x\%$.

Примеры решения задач

Задача 1

Зная тип зависимой характеристики, определите уставки тока I_s и выдержки времени T .

Теоретически ток I_s устанавливается на максимальный ток, который может быть постоянным: обычно это номинальный ток защищаемого оборудования (кабель, трансформатор).

Выдержка времени T устанавливается на рабочую точку $10 I_s$ на кривой. Эта уставка определяется с учетом селективности по отношению к устройствам защиты, расположенным на разных уровнях радиальной распределительной сети.

Задача 2

Зная тип зависимой характеристики, уставку тока I_s и точку $K(I_k, t_k)$ на рабочей кривой, определите уставку выдержки времени T .

На стандартной кривой того же типа найдите рабочее время t_{sk} , соответствующее относительному току:

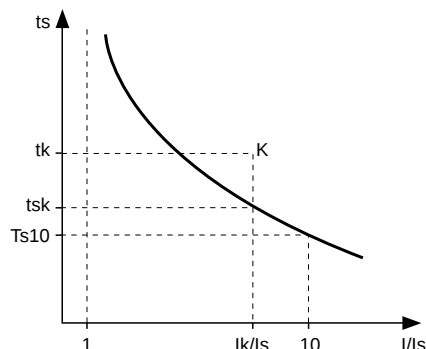
$$\frac{I_k}{I_s}$$

и рабочее время T_{s10} , соответствующее относительному току:

$$\frac{I}{I_s} = 10$$

Уставка выдержки времени, которая должна быть выполнена для того, чтобы рабочая кривая прошла через точку $K(I_k, t_k)$, вычисляется по формуле

$$T = T_{s10} \times \frac{t_k}{t_{sk}}$$



Практический метод:

В таблице на стр. 53 даны значения

$$T = \frac{ts}{ts10} \text{ как функция от } \frac{I}{I_s}$$

в колонке, соответствующей типу выдержки времени, найдите значение $K = \frac{tsk}{T_{s10}}$ в строке, соответствующей $\frac{I_k}{I_s}$.

Уставка выдержки времени, которую следует использовать для того, чтобы рабочая кривая прошла

$$\text{через точку } K(I_k, t_k): T = \frac{t_k}{K}$$

Пример

Дано:

- тип выдержки времени: стандартное обратно зависимое время (SIT);
- уставка: I_s ;
- точка K на рабочей кривой: $K(3,2 I_s; 4 \text{ с})$.

Вопрос: какова уставка выдержки времени T (рабочее время при $10 I_s$)?

Найдите в таблице колонку «обратно зависимая»

строку $\frac{I}{I_s} = 3,2$ и определите $K = 2,00$.

Ответ: уставка выдержки времени равна: $T = \frac{4}{2} = 2 \text{ с}$

Задача 3

Зная уставки тока I_s и выдержки времени T для одного из типов выдержки времени (стандартная обратно зависимая, очень обратно зависимая, чрезвычайно обратно зависимая), найдите время срабатывания для значения тока I_A . На стандартной кривой того же типа найдите рабочее время t_{sA} , соответствующее относительному току:

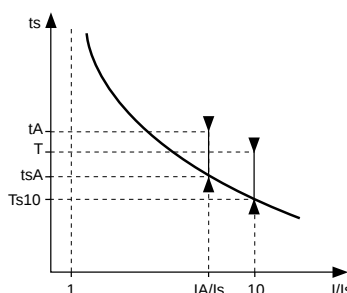
$$\frac{I_A}{I_s}$$

и рабочее время T_{s10} , соответствующее относительному току:

$$\frac{I}{I_s} = 10.$$

Время срабатывания t_A для тока I_A с уставками I_s и T будет равно:

$$t_A = t_{sA} \times \frac{T}{T_{s10}}$$



Практический метод:

В нижеприведенной таблице даны значения

$$K = \frac{ts}{Ts10} \text{ как функции от } \frac{I}{Is}.$$

В колонке, соответствующей выдержке времени, найдите значение

$$K = \frac{tsA}{Ts10}$$

в строке, соответствующей $\frac{IA}{Is}$.

Рабочее время tA для тока IA с уставками Is и T будет равно Kt .

I/Is	Обратно зависим.	Очень обратно зав.	Чрезв. обр. зав.	Ультра обр. завис.
1,2	12,90	45,00	225,00	545,51
1,3	8,96	30,00	143,48	339,84
1,4	6,98	22,50	103,13	238,80
1,5	5,79	18,00	79,20	179,42
1,6	4,99	15,00	63,46	140,74
1,7	4,42	12,86	52,38	113,80
1,8	3,99	11,25	44,20	94,12
1,9	3,65	10,00	37,93	79,22
2,0	3,38	9,00	33,00	67,64
2,1	3,15	8,18	29,03	58,43
2,2	2,97	7,50	25,78	50,98
2,3	2,81	6,92	23,08	44,85
2,4	2,67	6,43	20,80	39,76
2,5	2,55	6,00	18,86	35,46
2,6	2,44	5,63	17,19	31,82
2,7	2,35	5,29	15,74	28,69
2,8	2,27	5,00	14,47	25,99
2,9	2,19	4,74	13,36	23,65
3,0	2,12	4,50	12,38	21,59
3,1	2,06	4,29	11,50	19,79
3,2	2,00	4,09	10,71	18,19
3,3	1,95	3,91	10,01	16,77
3,4	1,90	3,75	9,38	15,51
3,5	1,86	3,60	8,80	14,37
3,6	1,82	3,46	8,28	13,35
3,7	1,78	3,33	7,80	12,43
3,8	1,74	3,21	7,37	11,60
3,9	1,71	3,10	6,97	10,85
4,0	1,68	3,00	6,60	10,16
4,1	1,65	2,90	6,26	9,53
4,2	1,62	2,81	5,95	8,96
4,3	1,59	2,73	5,66	8,44
4,4	1,57	2,65	5,39	7,95
4,5	1,54	2,57	5,14	7,51
4,6	1,52	2,50	4,91	7,10
4,7	1,50	2,43	4,69	6,72
4,8	1,48	2,37	4,49	6,37
4,9	1,46	2,31	4,30	6,04
5,0	1,44	2,25	4,13	5,74
5,1	1,42	2,20	3,96	5,46
5,2	1,41	2,14	3,80	5,19
5,3	1,39	2,09	3,65	4,95
5,4	1,37	2,05	3,52	4,72
5,5	1,36	2,00	3,38	4,50
5,6	1,34	1,96	3,26	4,30
5,7	1,33	1,91	3,14	4,11
5,8	1,32	1,88	3,03	3,94
5,9	1,30	1,84	2,93	3,77
6,0	1,29	1,80	2,83	3,61
6,1	1,28	1,76	2,73	3,47
6,2	1,27	1,73	2,64	3,33
6,3	1,26	1,70	2,56	3,19
6,4	1,25	1,67	2,48	3,07
6,5	1,24	1,64	2,40	2,95

Пример

Дано:

- тип выдержки времени: очень обратно зависимая (VIT);
- уставка: Is ;
- выдержка времени $T = 0,8$ с.

Вопрос: каково время срабатывания для тока $IA = 6 Is$?

Найдите в таблице: колонку «Очень обратно зависимая»,

строку $\frac{I}{Is} = 6$ и определите

$K = 1,80$.

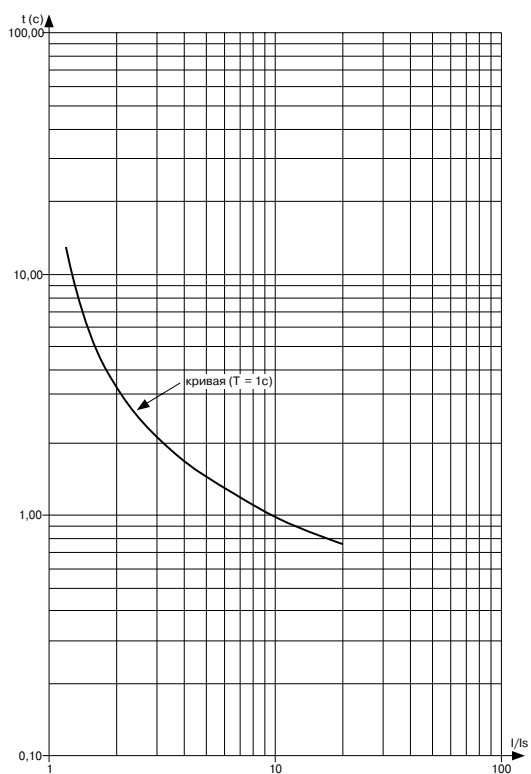
Ответ: рабочее время t для тока IA будет равно

$t = 1,80 \times 0,8 = 1,44$ с.

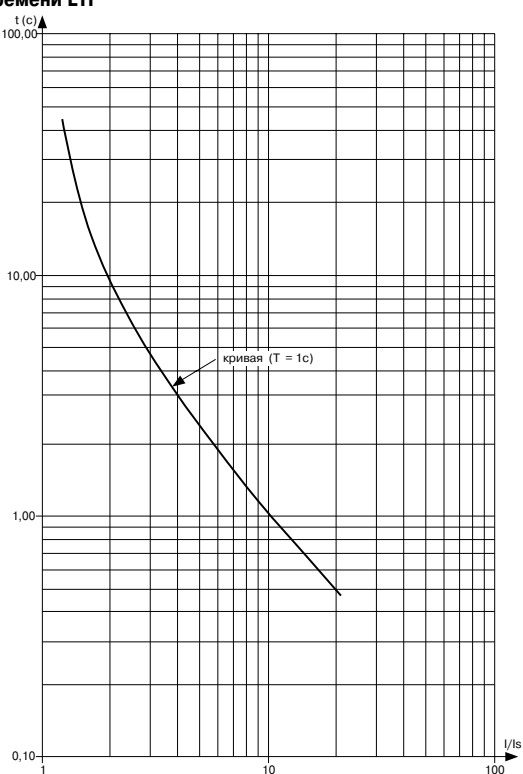
I/Is	Обратно зависим.	Очень обратно зав.	Чрезв. обр. зав.	Ультра обр. завис.
6,6	1,23	1,61	2,33	2,84
6,7	1,22	1,58	2,26	2,73
6,8	1,21	1,55	2,19	2,63
6,9	1,20	1,53	2,12	2,54
7,0	1,19	1,50	2,06	2,45
7,1	1,18	1,48	2,00	2,36
7,2	1,17	1,45	1,95	2,28
7,3	1,16	1,43	1,89	2,20
7,4	1,15	1,41	1,84	2,13
7,5	1,15	1,38	1,79	2,06
7,6	1,14	1,36	1,74	1,99
7,7	1,13	1,34	1,70	1,93
7,8	1,12	1,32	1,65	1,86
7,9	1,12	1,30	1,61	1,81
8,0	1,11	1,29	1,57	1,75
8,1	1,10	1,27	1,53	1,70
8,2	1,10	1,25	1,49	1,64
8,3	1,09	1,23	1,46	1,60
8,4	1,08	1,22	1,42	1,55
8,5	1,08	1,20	1,39	1,50
8,6	1,07	1,18	1,36	1,46
8,7	1,07	1,17	1,33	1,42
8,8	1,06	1,15	1,30	1,38
8,9	1,05	1,14	1,27	1,34
9,0	1,05	1,13	1,24	1,30
9,1	1,04	1,11	1,21	1,27
9,2	1,04	1,10	1,18	1,23
9,3	1,03	1,08	1,16	1,20
9,4	1,03	1,07	1,13	1,17
9,5	1,02	1,06	1,11	1,14
9,6	1,02	1,05	1,09	1,11
9,7	1,01	1,03	1,06	1,08
9,8	1,01	1,02	1,04	1,05
9,9	1,00	1,01	1,02	1,02
10,0	1,00	1,00	1,00	1,00
10,5	0,98	0,95	0,91	0,88
11,0	0,96	0,90	0,83	0,79
11,5	0,94	0,86	0,75	0,70
12,0	0,92	0,82	0,69	0,63
12,5	0,91	0,78	0,64	0,57
13,0	0,90	0,75	0,59	0,52
13,5	0,88	0,72	0,55	0,47
14,0	0,87	0,69	0,51	0,43
14,5	0,86	0,67	0,47	0,39
15,0	0,85	0,64	0,44	0,36
15,5	0,84	0,62	0,41	0,43
16,0	0,83	0,60	0,39	0,31
16,5	0,82	0,58	0,36	0,29
17,0	0,81	0,56	0,34	0,26
17,5	0,80	0,55	0,32	0,25
18,0	0,79	0,53	0,31	0,23
18,5	0,78	0,51	0,29	0,21
19,0	0,78	0,50	0,28	0,20
19,5	0,77	0,49	0,26	0,19
20,0	0,76	0,47	0,25	0,18

Защиты с зависимой выдержкой времени (продолжение)

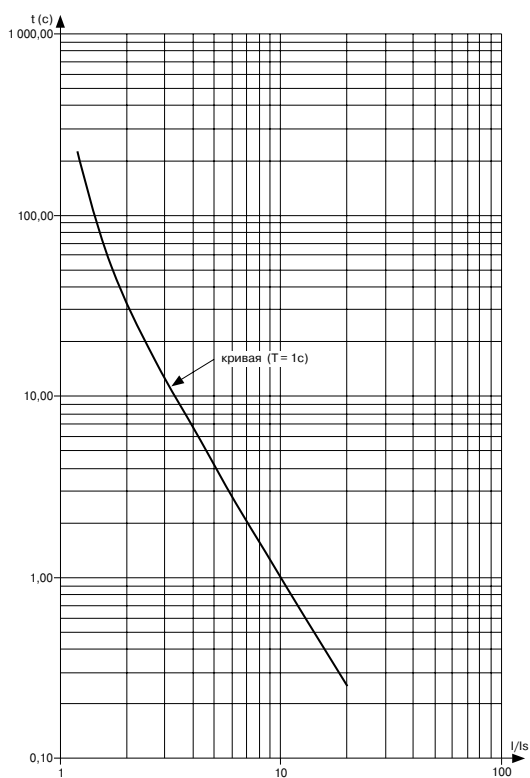
Кривая стандартной обратно зависимой выдержки времени SIT



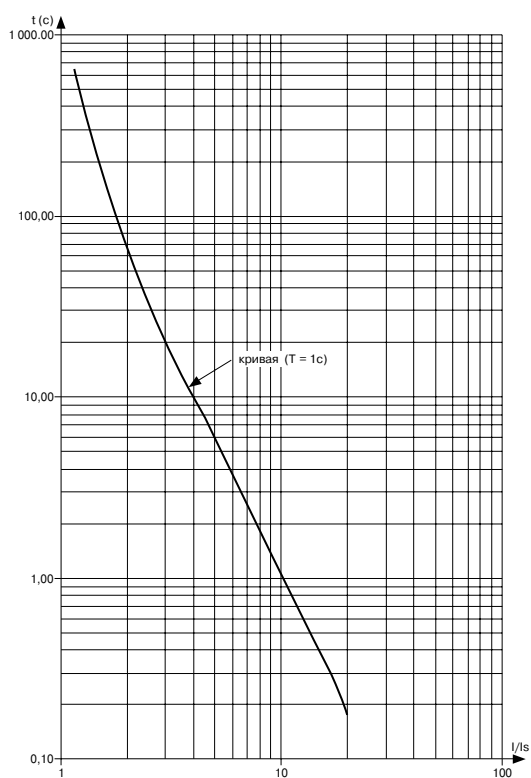
Кривая очень обратно зависимой выдержки времени VIT или длительно обратно зависимой выдержки времени LTI



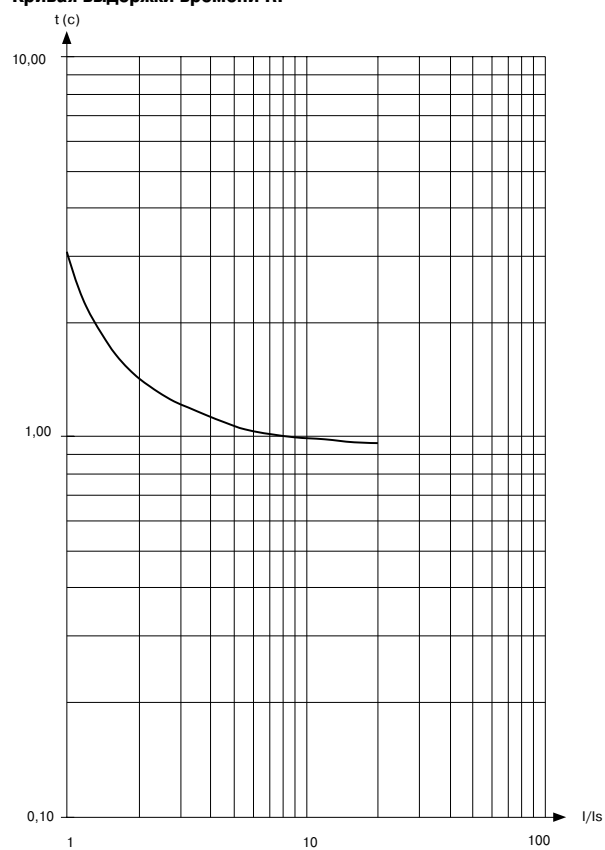
Кривая чрезвычайно обратно зависимой выдержки времени EIT



Кривая ультра обратно зависимой выдержки времени UIT



Кривая выдержки времени RI



Каждая функция управления и контроля требует отдельной установки параметров и соответствующего подключения. Поэтому не все функции могут быть доступны одновременно. Например, когда используется функция логической селективности, функция переключения групп уставок не может быть использована.

Тестирование выходных реле

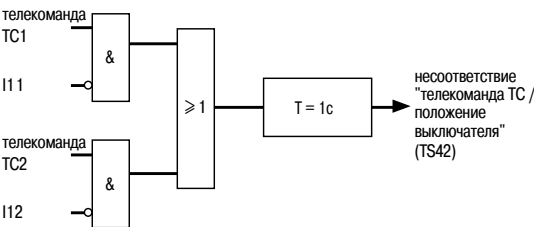
Данная функция активируется посредством SFT 2841⁽¹⁾ и управляет каждым выходным реле⁽²⁾ отдельно. Реле изменяет свое положение на период времени, равный 5 с. Эта функция особенно необходима на этапе ввода в эксплуатацию и поиска неисправностей.

⁽¹⁾ Или с помощью усовершенствованного UMI.
⁽²⁾ За исключением выходного реле O4 по умолчанию предназначенного для сигнала устройства отслеживания готовности Sepam.

Контроль соответствия положения выключателя и последней полученной телекоманды

Эта функция используется для контроля соответствия между последней принятой телекомандой и действительным положением выключателя.

Алгоритм работы



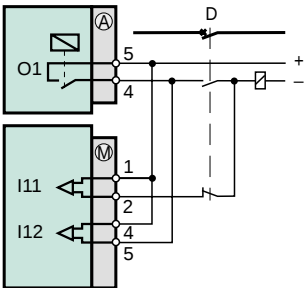
Контроль цепей отключения и согласованности включения

Данная функция контроля предназначена для цепей отключения.

■ Цепи с катушками отключения при подаче напряжения.

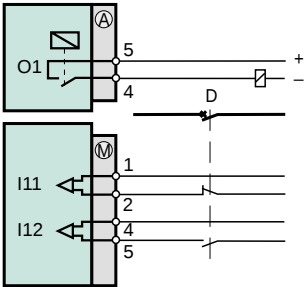
Эта функция обнаруживает:
□ разрыв в электрической схеме (катушка сгорела);
□ потерю питания;
□ несогласованное положения контактов.

Функция блокирует включение выключателя.

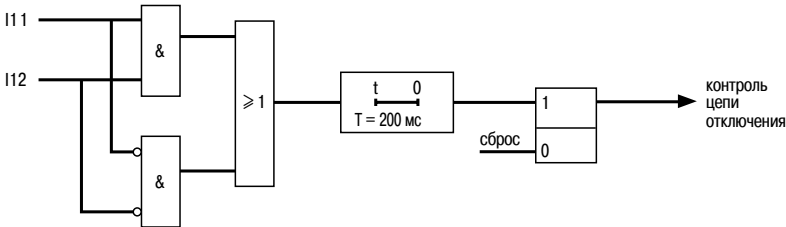


■ Цепи с катушкой отключения при исчезновении напряжения.

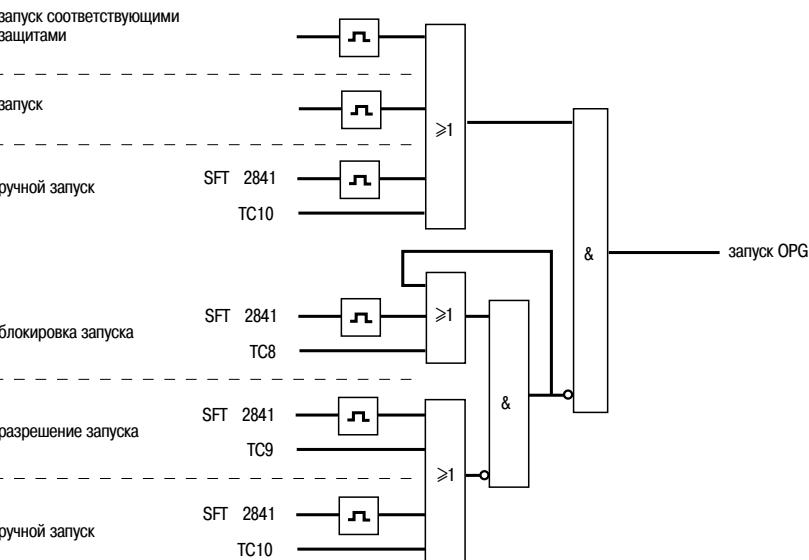
Эта функция обнаруживает:
□ несогласованное положения контактов; в этом случае контроль за работой катушки не требуется.



Алгоритм работы



Запуск записи осциллограмм аварийных режимов (OPG)



Управление выключателем / контактором

Использование

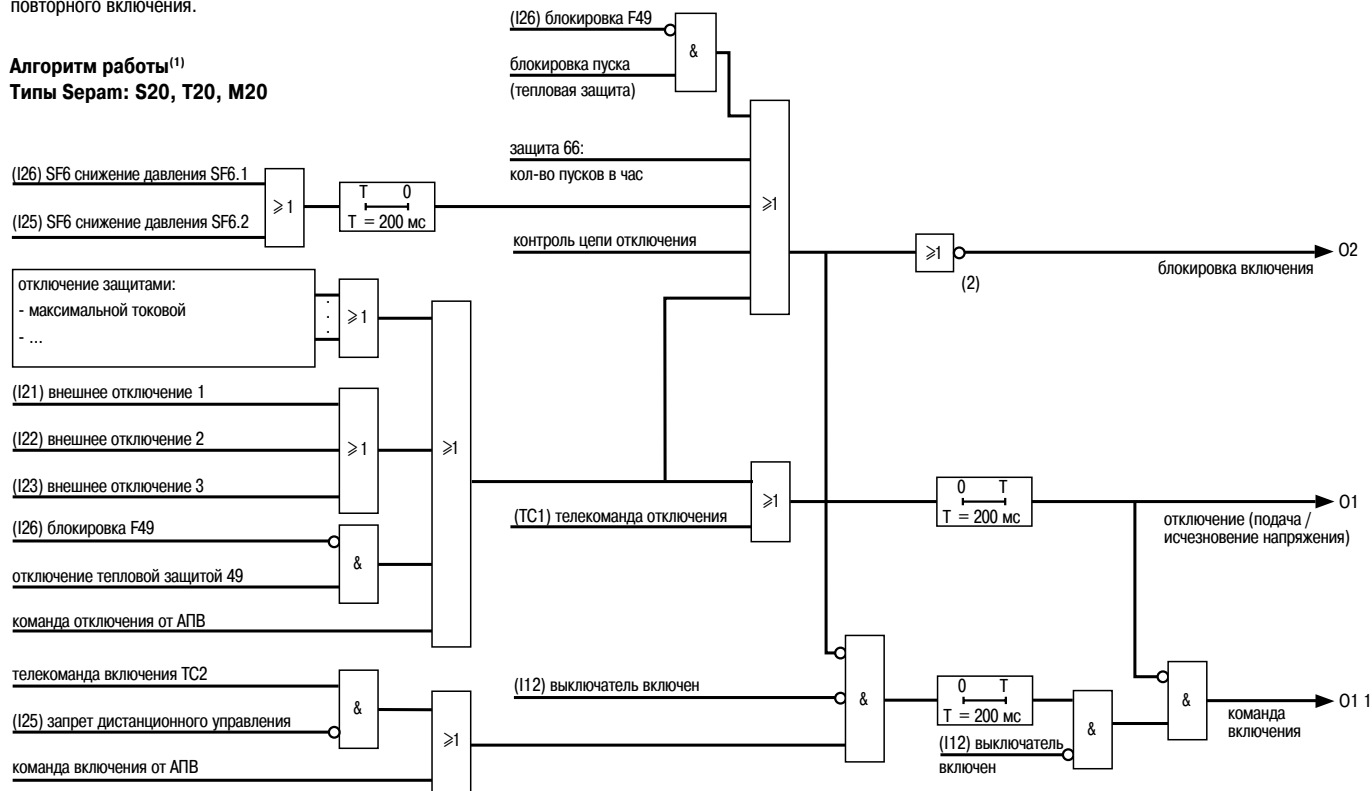
Данная функция управляет устройством отключения.

- отключение с помощью:
 - защит;
 - дистанционного управления;
 - внешней защиты;
 - включение с помощью:
 - устройства автоматического повторного включения;
 - дистанционного управления;
 - блокировка включения по:
 - команде неисправности устройства;
 - падению давления элегаза SF6.

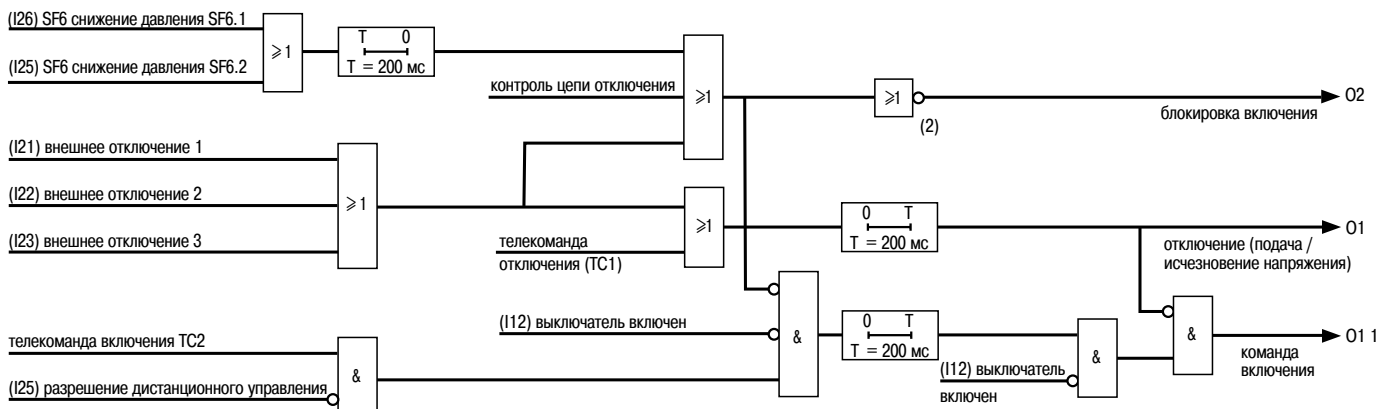
Эта функция работает вместе с функцией автоматического повторного включения.

Алгоритм работы⁽¹⁾

Типы Seram: S20, T20, M20



Тип Seram: B20

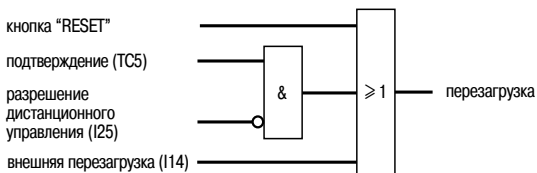


⁽¹⁾ Переменные, используемые в алгоритме работы зависят от типа Seram, наличия модулей MES 108, 114 и основных параметров.

⁽²⁾ В обычном случае, когда выход O2 установлен для работы с катушкой на исчезновение напряжения.

Для функционирования в соответствии с приведенным алгоритмом работы Seram 1000⁺ должен иметь необходимые логические входы (необходимы модули MES 108 или MES 114), соответствующие уставки параметров и схемы электрического подключения.

Функции, запускающие отключение, могут быть индивидуально настроены с удержанием при установке параметров и сбрасываться в соответствии с различными режимами.



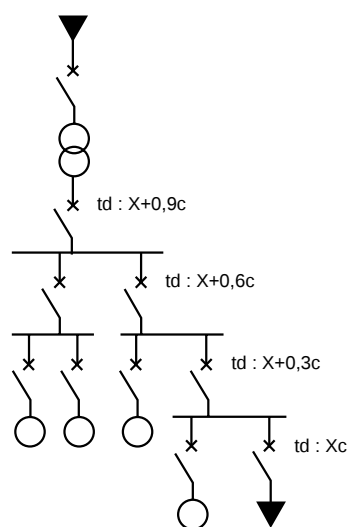
Логическая селективность

Использование

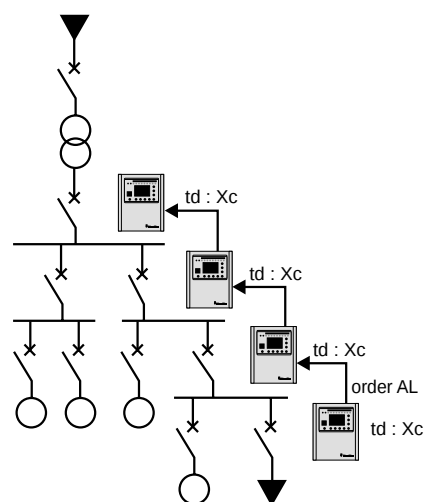
Данная функция используется для получения:

- полной селективности отключения;
- значительного снижения выдержки времени отключения выключателей, расположенных ближе всего к источнику питания (недостаток классической временной селективности).

Логическая селективность используется с защитами максимального фазного тока при независимой выдержке времени (DT) и зависимой выдержки времени (стандартной обратно зависимой SIT, очень обратно зависимой VIT, чрезвычайно обратно зависимой EIT и ультра обратно зависимой UIT), а также с защитой от замыканий на землю.



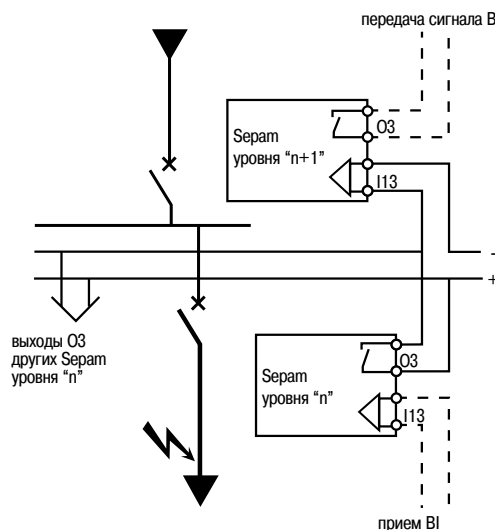
Пример: радиальное распределение с использованием временной селективности (td: время отключения, независимая выдержка времени)



Пример: радиальное распределение с использованием логической селективности Sepam

При использовании логической селективности выдержки времени устанавливаются относительно защищаемого элемента без учета ступеней селективности.

Принцип работы



При возникновении неисправности в радиальной цепи ток короткого замыкания проходит по цепи между источником и местом замыкания:

- запускаются устройства защиты выше места замыкания;
- не запускаются устройства защиты ниже места замыкания;
- только первое устройство защиты должно выполнять отключение.

Каждая модель Sepam может передавать и получать команды на блокировку входа, за исключением Sepam для двигателей*, которые могут только передавать команды на блокировку входов.

Когда защиты Sepam запускаются током короткого замыкания:

- передается команда блокировки с выхода O3⁽¹⁾;
- отключается соответствующий выключатель в том случае, если не получает команду блокировки на входе I13⁽²⁾.

Передача сигнала блокировки продолжается в течение времени, необходимого для устранения повреждения. Она прекращается после выдержки времени, учитывающей время коммутации выключателя и время возврата защиты.

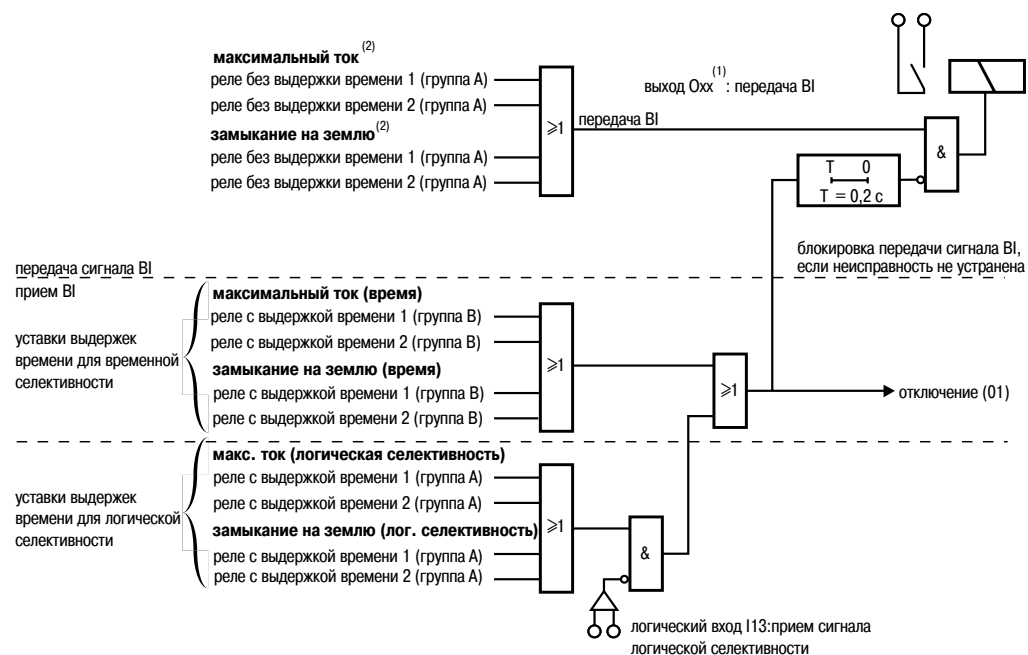
Такая система позволяет минимизировать продолжительность повреждения, оптимизировать селективность и гарантировать безопасность в нестандартных ситуациях (повреждения выключателей или кабелей).

(*) Sepam для двигателей не предполагает прием команд логической селективности, т.к. он используется только как потребитель энергии.

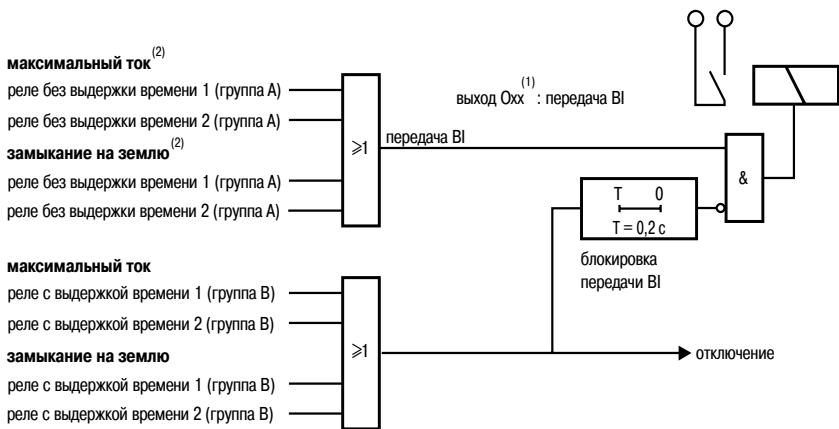
⁽¹⁾ Установки, принятые по умолчанию.

⁽²⁾ В соответствии с установками параметров и при наличии дополнительного модуля MES 108 или 114.

Алгоритм работы: для применения «Подстанция и трансформатор»



Алгоритм работы: для применения «Двигатель»



⁽¹⁾ В соответствии с установками параметров (ОЗ по умолчанию).

⁽²⁾ Мгновенное отключение соответствует информации запуска.

Тестирование проводов логической селективности

Провода могут быть протестированы с помощью функции тестирования выходных реле.

Уставки защит

Sepam 1000+ может быть настроен:

- с помощью функциональных клавиш на передней панели, когда Sepam 1000+ снабжен функцией усовершенствованного UMI. Клавиши (синие) могут быть использованы для навигации в меню и для прокрутки и доступа к отображаемым значениям. Основные выполняемые функции:

- ☐ изменение паролей;
- ☐ ввод основных параметров;
- ☐ ввод уставок защит;

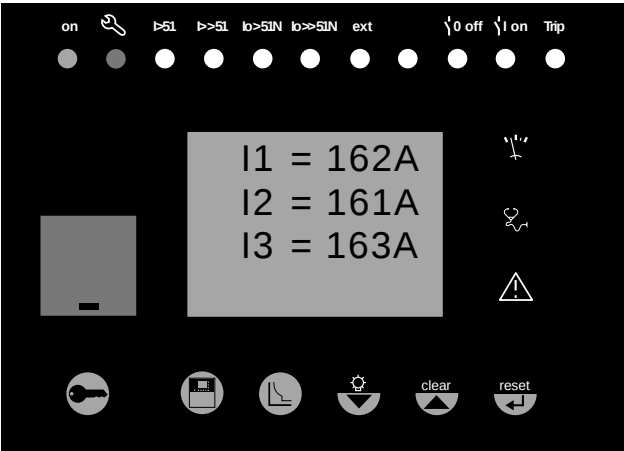
- с помощью ПК, оснащенного пакетом программного обеспечения SFT 2841, подключенного к передней панели любого Sepam 1000+.

Через систему меню пользователь проходит по всем фазам установок параметров и уставок защиты, используя различные окна, предназначенные для каждой операции.

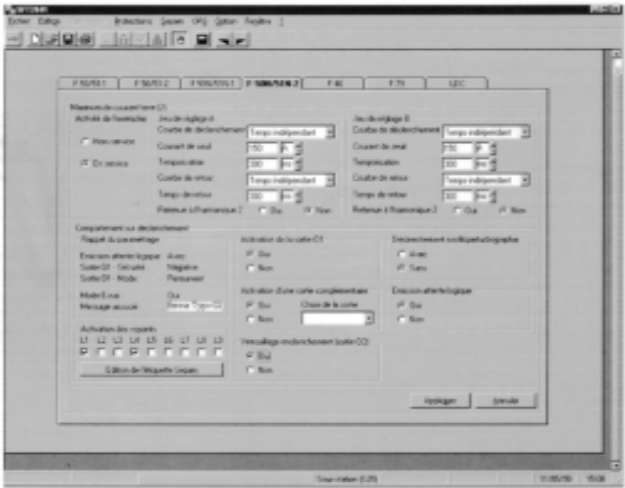
Пакет программного обеспечения SFT 2841 может быть использован для установки параметров и уставок защит в режимах с подключенным и отсоединенным Sepam+. Режим без подключения позволяет подготовить заранее все установки параметров и загрузить их посредством одной операции, когда Sepam 1000+ подключается на месте (загрузка).

Основные функции, выполняемые SFT 2841:

- изменение паролей;
- ввод основных параметров (номинальные значения, период интеграции и т.д.);
- ввод уставок защиты;
- изменение назначений логики управления;
- активация/отключение функций;
- сохранение файлов.



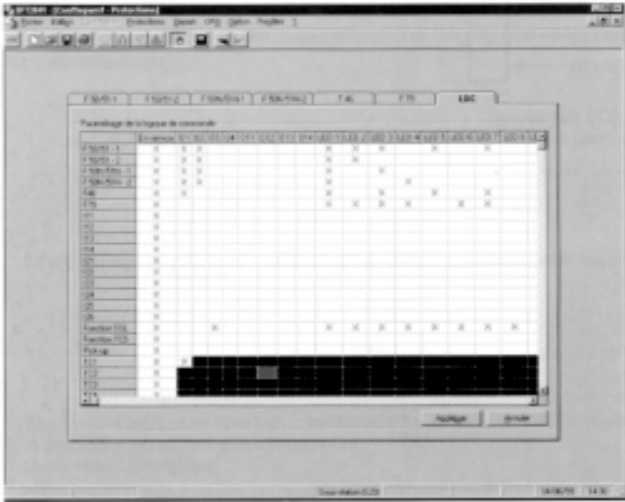
Пример графического экрана со стандартным назначением индикаторов



Пример экрана для ввода уставок защиты максимального фазного тока

Установка параметров логики управления

Установка параметров логики управления в основном заключается в установке соответствия выходов функций защиты сигнальным лампам и выходным реле. Данная установка параметров осуществляется посредством ввода данных в таблицу программного обеспечения SFT 2841.



Пример матрицы логики управления

Логика управления по умолчанию

Каждый Sepam 1000⁺ снабжен по умолчанию соответствующей логикой управления в соответствии с типом (S20, T20 и т.д.), а также имеет определенное назначение сигнальных ламп.

Функции назначаются в соответствии с наиболее частым использованием устройства. Эти регулировки параметров при необходимости могут быть настроены в соответствии с требованиями заказчика с помощью программного пакета SFT 2841.

Пример: Sepam S20 с дополнительным модулем MES 114

		ES ⁽²⁾	Выход								Сигнальные лампы									Связанные функции
Функции			01	02	03	04	011	012	013	014	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	
защита фазы (с удержанием)	50/51-1	■	■	■				■			■								■	управление выключателем
	50/51-2	■	■	■				■				■							■	
защита от замыканий на землю	50N/51N-1	■	■	■					■				■						■	
	50N/51N-2	■	■	■					■					■					■	
защита от небаланса	46	■	■	■															■	
устройство повторного включения (АВП)	79	■								■										
положение «откл.»	I11	■															■			контроль цепи отключения
положение «вкл.»	I12	■																■		
прием сигнала блокировки	I13	■																		логическая селективность
линейный разъедини- тель открыт ⁽¹⁾	I14	■																		
отключение внешней защитой	I21	■													■					
	I22																			
	I23																			
	I24																			
разрешение дистан- ционного управления	I25	■																		дистанционное управление
падение давления SF6	I26	■		■																
передача сигнала блокировки		■			■															логическая селективность
сигнал запуска		■																		запуск осцилло- грамм аварийных режимов
устройство отслежива- ния готовности		■				■														

Выход

01 - отключение
02 - блокировка
03 - передача ВЛ
04 - устройство отслеживания готовности
011 - команда на включение
012 - индикация повреждения фазы
013 - индикация замыкания на землю
014 — индикация замыкания на землю

Сигнальные лампы

L1 - I > 51
L2 - I >> 51
L3 - Io > 51N
L4 - Io >> 51N
L5 - внешн.
L6 -
L7 - отключено
L8 - включено
L9 - аварийное отключение

⁽¹⁾ Или выкаченное положение выключателя.

⁽²⁾ В действии.

Установки параметров по умолчанию

Sepam поставляется с параметрами и настройками защит, установленными в соответствии с применением. Эти установки по умолчанию также используются с программой SFT 2841:

- для создания новых файлов в неподключенном состоянии;
- для возврата к установкам по умолчанию в подключенном состоянии.

Применения S20, T20 и M20

Материальная конфигурация

- Rп идентификация: Sepam xxxx;
- модель: UX;
- модуль MES: отсутствует;
- модуль MET: отсутствует;
- модуль MSA: отсутствует;
- модуль DSM: отсутствует;
- модуль ACE: отсутствует.

Установка выходных параметров

- используемые выходы: O1 - O4;
- катушки на подачу напряжения: O1, O3;
- катушки на исчезновение напряжения: O2, O4;
- импульсный режим: нет (с удержанием).

Логика управления

- управление выключателем: нет;
- логическая селективность: нет;
- использование логических входов: не используются.

Основные характеристики

- частота сети: 50 Гц;
- группа уставок: A;
- разрешение дистанционного параметрирования: нет;
- рабочий язык: английский;
- ном. ток TT: 5 A;
- количество TT: 3 (I1, I2, I3);
- ном. ток In: 630 A;
- базовый ток Ib: 630 A;
- период интеграции: 5 мин;
- ток нулевой последовательности: сумма 3I;
- количество записываемых периодов до события: 36 периодов.

Защиты

- все защиты отключены;
- уставки включают все величины и выбраны в соответствии с основными характеристиками по умолчанию (в частности с номинальным током In);
- поведение при отключении:
 - ☐ удержание: да;
 - ☐ активизация выхода O1: да;
 - ☐ запуск записи осциллограмм: да.

Матрица управления

- применение S20:
 - ☐ активация выхода O2 при отключении защитой;
 - ☐ активация сигнальных ламп в соответствии с обозначением на передней панели;
 - ☐ O4 - выход устройства отслеживания готовности;
 - ☐ запуск записи осциллограмм на сигнал запуска защит.
- дополнительно для применения T20:
 - ☐ активация выхода O1 без удержания на отключение по температурным датчикам 1 - 7;
 - ☐ активация выхода O1 и лампы L9 без удержания на отключение тепловой защитой.
- дополнительно для применения M20:
 - ☐ активация выходов O1, O2 и лампы L9 на отключение по функции 37 (мин. фазный ток), 51 LR (блокировка ротора) и 66 (количество пусков в час);
 - ☐ удержание для функции 51 LR.

Применение В20

Материальная конфигурация

- идентификация: Sepam xxx;
- модель: UX;
- модуль MES: отсутствует;
- модуль MET: отсутствует;
- модуль MSA: отсутствует;
- модуль DSM: отсутствует;
- модуль ACE: отсутствует.

Установка выходных параметров

- используемые выходы: O1 - O4;
- катушки на подачу напряжения: O1, O3;
- катушки на исчезновение напряжения: O2, O4;
- импульсный режим: нет (с удержанием).

Логика управления

- управление выключателем: нет;
- использование логических входов: не используются.

Основные характеристики

- частота сети: 50 Гц;
- разрешение дистанционного параметрирования: нет;
- рабочий язык: английский;
- номинальное первичное напряжение (Unp): 20 кВ;
- номинальное вторичное напряжение (Uns): 100 В;
- напряжения, измеряемые TH: V1, V2, V3;
- напряжение нулевой последовательности: сумма 3 V;
- количество записываемых периодов до события: 36 периодов.

Защиты

- все защиты отключены;
- уставки включают все величины и выбраны в соответствии с основными характеристиками по умолчанию;
- удержание: да;
- запуск записи осциллограмм: да.

Матрица управления

- назначение выходных реле и сигнальных ламп в соответствии с применением:

Функции	Выходы				Сигнальные лампы								
	O1	O2	O3	O4	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9
27D-1		■				■							
27D-2	■					■							■
27R			■				■						
27-1		■			■								
27-2	■				■								■
59-1		■						■					
59-2	■							■					■
59N-1		■							■				
59N-2	■								■				■
81H	■									■			■
81L-1		■									■		
81L-2	■											■	■

- запуск записи осциллограмм на сигнал запуска защит;
- O4 - выход устройства отслеживания готовности.

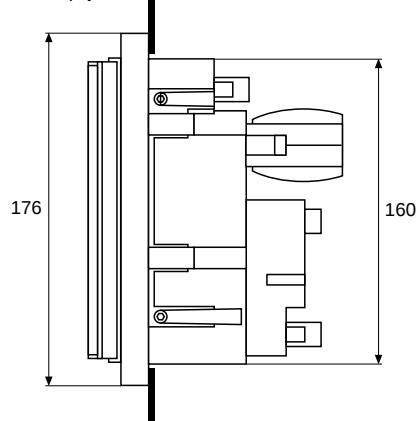
Сигнальные лампы

- L1 : U < 27
- L2 : U < 27D
- L3 : U < 27R
- L4 : U > 59
- L5 : U > 59N
- L6 : F > 81H
- L7 : F < 81L
- L8 : F << 81L
- L9 : аварийное отключение

Размеры и масса Базовое устройство Sepam 1000⁺

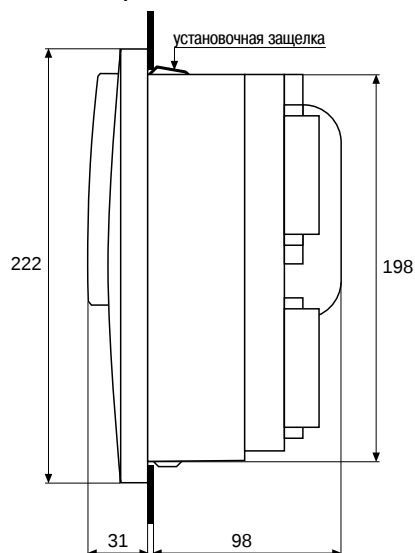
Установка передней панели заподлицо

Вид сверху

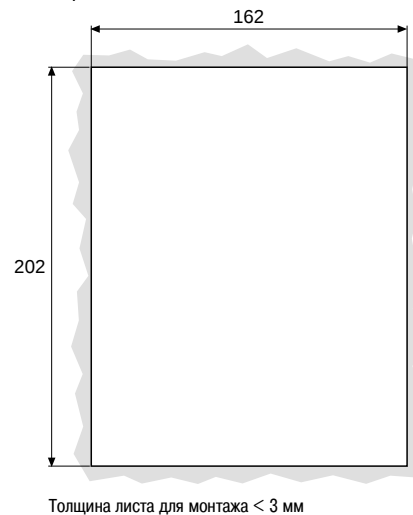


Показана установка Sepam с опцией усовершенствованного UMI и дополнительным модулем MES 114.
Масса $\approx 1,2$ кг (без опций).
Масса $\approx 1,7$ кг (с опциями).

Вид сбоку



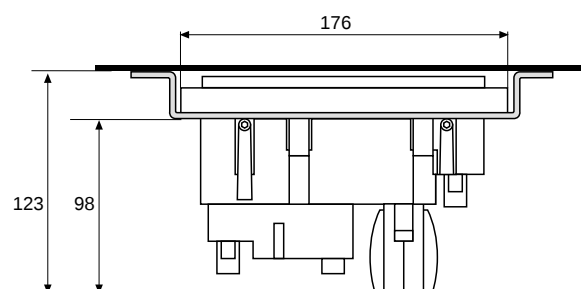
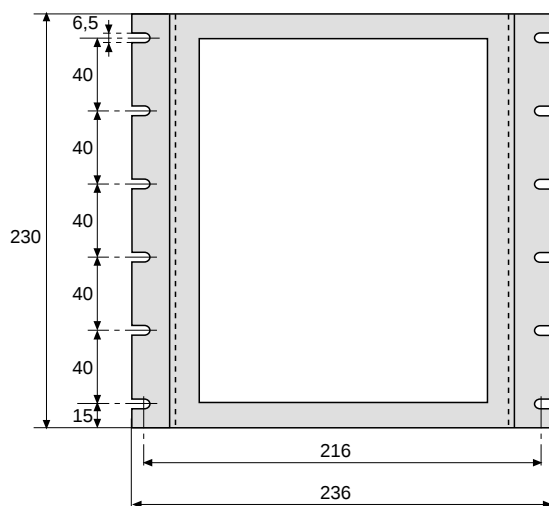
Вырез



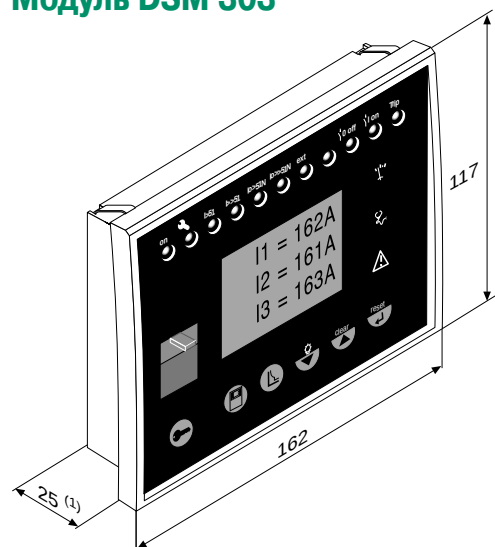
Монтаж базового устройства с платой АМТ840

Применяется для установки Sepam внутри релейного отсека и для доступа к разъемам на задней панели.

Установка связана с использованием выносного усовершенствованного UMI (DSM 303).



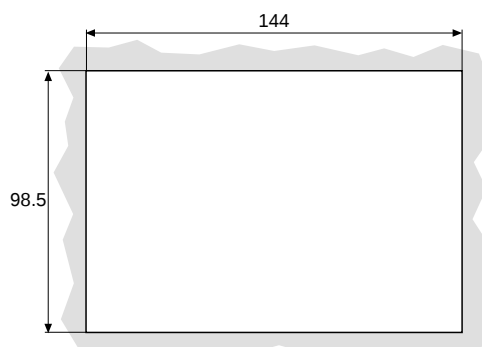
Модуль DSM 303



Масса $\approx 0,3$ кг.

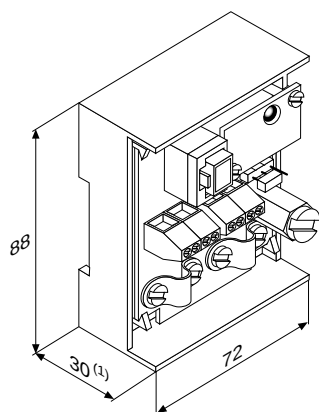
⁽¹⁾ Глубина с соединительным кабелем: 70 мм.

Вырез



Размеры выреза для установки заподлицо
(толщина листа для монтажа < 3 мм)

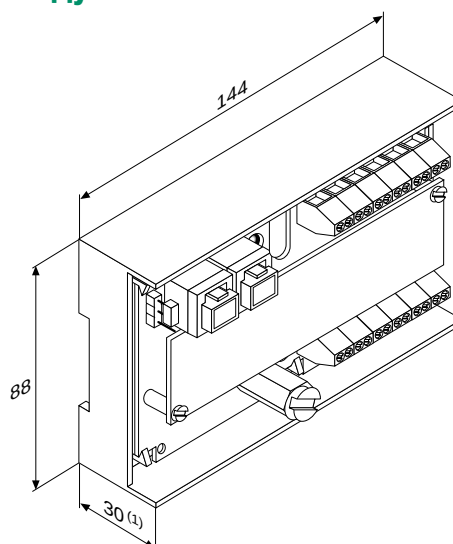
Модуль интерфейса связи ACE 949



Масса $\approx 0,1$ кг.

⁽¹⁾ Глубина с соединительным кабелем: 70 мм.

Модуль МЕТ 148

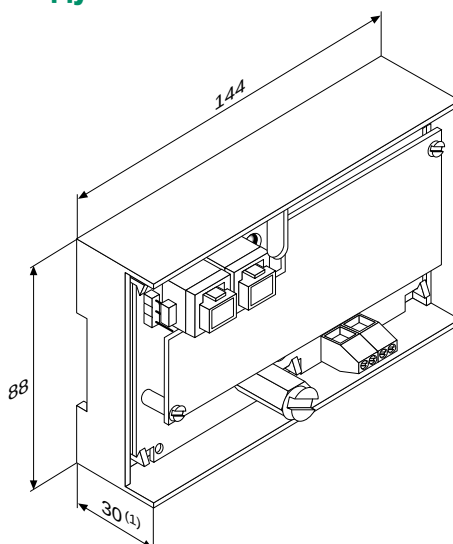


МЕТ 148

Масса $\approx 0,2$ кг.

⁽¹⁾ Глубина с соединительным кабелем: 70 мм.

Модуль MSA 141



MSA 141

Масса $\approx 0,2$ кг.

⁽¹⁾ Глубина с соединительным кабелем: 70 мм.

Торы нулевой последовательности CSH 120, CSH 200

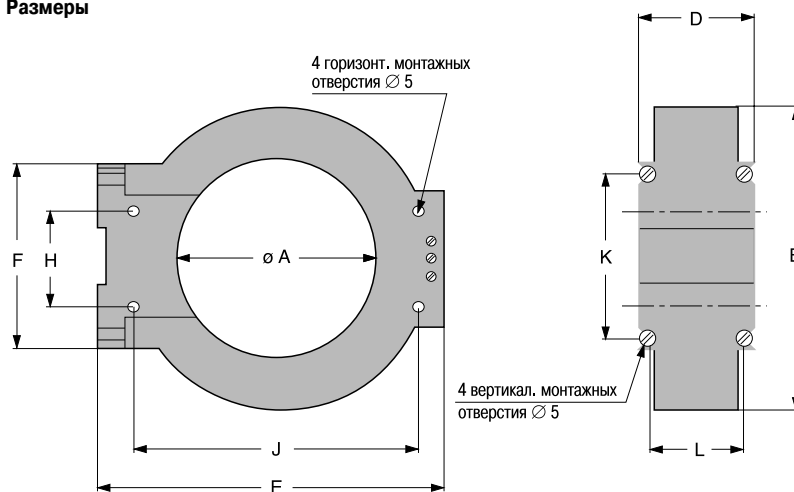
Специально разработанные торы CSH 120 и CSH 200 используются для прямого измерения тока нулевой последовательности. Единственное различие между ними заключается в их диаметре, оба они могут работать с двумя выбранными номинальными токами:

- 2 А: уставки от 0,2 до 30 А;
- 20 А: уставки от 2 до 300 А.

Характеристики

- внутренний диаметр:
 - CSH120: 120 мм;
 - CSH200: 200 мм;
- точность: $\pm 5\%$ при 20 °C;
- коэффициент трансформации: 1/470;
- максимально допустимый ток: 24 А - 1 с;
- рабочая температура: от -25 до +70 °C;
- температура хранения: от -40 до +85 °C;
- снижение точности в связи с температурой: $\pm 1\%$;
- сопротивление проводов: < 10 Ом.

Размеры



Размеры (мм)									Масса (кг)
A	B	D	E	F	H	J	K	L	
CSH 120									
120	164	44	190	76	40	166	62	35	0,6
CSH 200									
200	256	46	274	120	60	257	104	37	1,4



Установка непосредственно на кабель

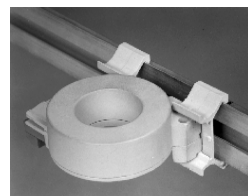


Установка на пластину или рейку

Промежуточный тор CSH 30

Промежуточный тор CSH 30 используется, когда ток нулевой последовательности измеряется с помощью трансформаторов тока 1 А или 5 А.

Он должен монтироваться около входа Sepam (расстояние ≤ 2 м).

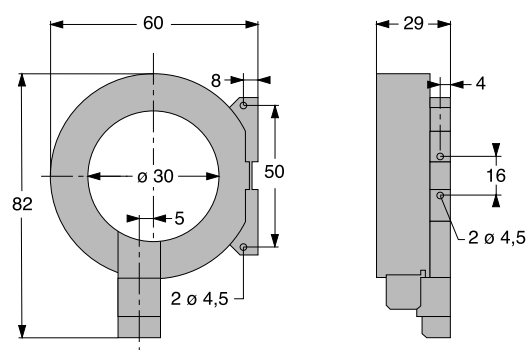


Горизонтальная установка CSH 30



Вертикальная установка CSH 30

Размеры



Масса: 0,12 кг.

Электрические характеристики

Аналоговые входы				
трансформатор тока ⁽¹⁾ 1 А или 5 А СТ (с ССА 630) диапазон номинальных значений: 1- 6250 А	вх. сопротивление	< 0,001 Ом		
	потребление	< 0,01 ВА для 1 А < 0,025 ВА для 5 А		
	теплов. перегрузка в пост. режиме	3 In		
	1 с перегрева	100 In		
	трансформатор напряжения	напр. на входе	100 - 120 В	сопротивление > 100 кОм
диапазон номинальных значений 220 В - 250 кВ	тепл. перегрузка в пост. режиме	230 В		
	1 с перегрева	480 В		
Вход для температурных датчиков ⁽²⁾				
датчик RTD	Pt 100	Ni 100 / 120		
изоляция от земли	нет	нет		
ток, подаваемый в RTD	4 мА	4 мА		
Логические входы				
напряжение ⁽²⁾	24 - 250 В пост. тока	-20/+10%		(19,2 - 275 В пост. тока)
потребление	3 мА (тип.)			
Логические выходы (контакты 01, 02, 011) ⁽²⁾				
напряжение	пост. ток	24 / 48 В	127 В	220 В
	пер. ток (47,5 - 63 Гц)			100 - 240 В
постоянный ток		8 А	8 А	8 А
отключающая способность	резист. нагрузка	8 / 4 А	0,7 А	0,3 А
	нагрузка L/R < 20 мс	6 / 2 А	0,5 А	0,2 А
	нагрузка L/R < 40 мс	4 / 1 А	0,2 А	0,1 А
	резист. нагрузка	-		8 А
	нагрузка cos φ > 0,3	-		5 А
ток включения	< 15 А для 200 мс			
Логические выходы (контакты 03, 04, 012, 013, 014) ⁽²⁾				
напряжение	пост. ток	24 / 48 В	127 В	220 В
	пер. ток (47,5 - 63 Гц)			100 - 240 В
постоянный ток		2 А	2 А	2 А
отключающая способность	нагрузка L/R < 20 мс	2 / 1 А	0,5 А	0,15 А
	нагрузка cos φ > 0,3	-		1 А
Источник питания ⁽²⁾				
	диапазон	потребление в неакт. сост. ⁽³⁾	макс. потребл. ⁽³⁾	пусковой ток
24 В пост. тока	-20% + 50 % (19,2 - 36 В пост. тока)	3 - 6 Вт	7 - 11 Вт	< 10 А для 10 мс
48/250 В пост. тока	-20% + 10 %	2 - 4,5 Вт	6 - 8 Вт	< 10 А для 10 мс
110/240 В пер. тока	-20% + 10 % 47,5 - 63 Гц	3 - 9 ВА	9 - 15 ВА	< 15 А для первого 1/2 периода
	кратковрем. исчезновение питания	10 мс или 1/2 периода		
Аналоговый выход				
ток	4 - 20 мА, 0 - 20 мА, 0 - 10 мА			
полное сопротивление нагрузки	< 600 Ом (включая электропроводку) ⁽²⁾			
точность	0,5%			

⁽¹⁾ Электромонтаж: максимальное сечение провода ≤ 6 мм² (≥ AWG 10) и концевой зажим с ушком ∅ 4 мм.

⁽²⁾ Электромонтаж: 1 кабель с максимальным сечением провода 0,2 - 2,5 мм² или 2 кабеля с максимальным сечением 0,2 - 1 мм² (≥ AWG 24-12).

⁽³⁾ В соответствии с конфигурацией.

Характеристики окружающей среды

Изоляция			
электрическая прочность для промышленной частоты	МЭК 60255-5		2 кВ (действ. знач.) – 1 мин ⁽¹⁾
1,2/50 мкс импульс	МЭК 60255-5		5 кВ ⁽²⁾
Электромагнитная совместимость			
быстрые переходные процессы	МЭК 60255-22-4 МЭК 61000-4-4	класс IV уровень IV	
затухающий колебательный импульс 1 МГц	МЭК 60255-22-1	класс III	
устойчивость к электромагнитным полям	МЭК 60255-22-3 МЭК 61000-4-3	класс X уровень III	30 В/м 10 В/м
устойчивость к наведенным помехам RF	МЭК 61000-4-6	уровень III	10 В
электростатический разряд	МЭК 60255-22-2 МЭК 61000-4-2	класс III уровень III	6 кВ / 8 кВ (контакт/воздух)
наведенное излучение помех	EN 55022 / CISPR 22	класс B	при доп. питании ⁽⁴⁾
излучение возмущающего поля	EN 55022 / CISPR 22	класс A	⁽⁵⁾
Механическая стойкость			
степень защиты	МЭК 60529	IP 52	на передней панели другие стороны закрыты (за исключением задней IP 20)
вибрация	МЭК 60255-21-1	класс II	
механические удары/тряска	МЭК 60255-21-2	класс II	
землетрясения	МЭК 60255-21-3	класс II	
пожароустойчивость	МЭК 60695-2-1	раскаленный провод	630°C
Климатические условия			
работа	МЭК 60068-1 и 2		от 0 до +55°C (от -25 до +70°C) ⁽³⁾
хранение	МЭК 60068-1 и 2		от -25 до +70°C
влажная жара	МЭК 60068-2-3		93% отн. влажность при 40°C: 56 дней (хранение); 10 дней (работа)

⁽¹⁾ За исключением функции связи 1 кВ (действующее значение).
⁽²⁾ За исключением функции связи 3 кВ (в обычном режиме), 1 кВ (в дифференциальном режиме).
⁽³⁾ Опция.
⁽⁴⁾ Основной стандарт EN 50081-1.
⁽⁵⁾ Основной стандарт EN 50081-2.

Для заметок

Для заметок

Информация, необходимая для заказа

При оформлении, пожалуйста, приложите фотокопию данной страницы к заказу, указав необходимое количество единиц в специально отведенных местах и отмечая квадратики с выбранными устройствами ☒.

Sepam 1000⁺

Кол-во

Тип Sepam

	Тип	Внутренний усовершенствованный UMI	
подстанция	S20	☐	
трансформатор	T20	☐	
электродвигатель	M20	☐	
сборные шины	B20	☐	
рабочий язык	англ. / русский	☐	
.....	англ. / французский	☐	
.....	англ. / итальянский	☐	
питание устройства	24 В пост. тока	☐	
.....	100 - 240 В пер. тока	☐	
рабочая температура	от 0 °C до +55 °C	☐	
.....	от -25 °C до +70 °C	☐	

Отдельные модули и дополнительное оборудование

Кол-во

трансформатор тока нулевой последовательности	CSH 120	
.....	CSH 200	
тор адаптер	CSH 30	
адаптер для подсоединения торов нулевой последовательности	ACE 990	
модуль с 4 входами + 4 выходами	MES 108	
модуль с 10 входами + 4 выходами	MES 114	
модуль на 8 температурных датчиков	MET 148	
модуль аналогового выхода	MSA 141	
выносной модуль усовершенствованного UMI ⁽¹⁾	DSM 303	
монтажная плата	AMT 840	
интерфейс для организации сети связи RS485 ⁽²⁾	ACE 949	
соединительный кабель длиной 0,6 м	CCA 770	
соединительный кабель длиной 2 м	CCA 772	
соединительный кабель длиной 4 м	CCA 774	
набор программного обеспечения для параметрирования Sepam ⁽³⁾	SFT 2841	
программное обеспечение для восстановления записанных осциллограмм	SFT 2826	
конвертер RS485 / RS232	ACE 909-2	
интерфейс RS485 / RS485	ACE 919 CA	
интерфейс RS485 / RS485	ACE 919 CC	

Примечания:

⁽¹⁾ не совместим с устройствами Sepam, имеющими встроенный усовершенствованный UMI.

⁽²⁾ набор, включающий соединительный кабель CCA612.

⁽³⁾ включает соединительный кабель CCA783 и программу SFT 2826.