

**Реле защиты шинпровода от дуговых замыканий
EnergoM-AFR-M**

Руководство по эксплуатации



Версия:1

Внимательно прочтите

Перед началом эксплуатации EnergoM-AFR-M обязательно внимательно прочтите данное руководство по эксплуатации и убедитесь, что полностью поняли смысл прочитанного, чтобы правильно выполнять все операции в соответствии с рекомендациями данного руководства по эксплуатации, что поможет вам наилучшим образом использовать устройство защиты от дуговых замыканий и решать различные проблемы, возникающие в процессе эксплуатации.

1. Данное изделие должно быть надежно заземлено.
2. Во избежание повреждения изделия не роняйте его во время установки.
3. Во избежание серьезных последствий, вызванных падением, клеммные блоки должны быть надежно соединены.
4. Пожалуйста, не подключайте и не отключайте монтажную плату во время нормальной работы устройства; в противном случае данные устройства будут потеряны, и оно не сможет нормально работать.
5. Номинальное значение не изменяется произвольно и может быть изменено только соответствующими специалистами.
6. При установке (монтаже), пожалуйста, устанавливайте изделие в соответствии с назначением клемм и не подключайте провода произвольно.
7. После установки и подачи напряжения не прикасайтесь к открытым клеммам/оголенным частям источника питания и не размещайте изделие во влажном помещении во избежание утечки и короткого замыкания на клеммах.

Содержание

1.- КРАТКИЙ ОБЗОР.....	- 3 -
2.- ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.....	- 4 -
3.- УСТАНОВКА И ЗАПУСК.....	- 6 -
3.1 - Метод подключения.....	- 6 -
3.2 - Установочные размеры (единицы измерения: мм)	- 7 -
3.3 - Определение терминалов (КЛЕММ).....	- 9 -
3.4 - Описание световой индикации.....	- 10 -
3.5 - Описание клавиш (КНОПОК) управления.....	- 11 -
4.- ПРОЦЕДУРА НАСТРОЙКИ.....	- 12 -
4.1 Интерфейс запуска (работы).....	- 12 -
4.2. Главное меню.....	- 13 -
4.3. “ANALOG”	- 14 -
4.4. “REPORT”	- 15 -
4.5. “FUNCTION”	- 17 -
4.6. “SETPPOINT”	- 18 -
4.7. “SYSTEM”	- 21 -
4.8. “ETH”	- 22 -
4.9. “TEST”	- 22 -
4.8. “VERSION”	- 24 -
5.- ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ.....	- 25 -
6.- ОБСЛУЖИВАНИЕ.....	- 25 -

1. - КРАТКИЙ ОБЗОР

Реле дуговой защиты используется для моментального обнаружения дуговых замыканий в электрических цепях и для защиты оборудования и персонала от последствий дуговых замыканий. Реле дуговой защиты работает на основе принципа наблюдения и анализа характеристик электрического сигнала в цепи. При возникновении дугового замыкания характеристики сигнала моментально меняются, что позволяет устройству детектировать опасное явление и активировать защитные механизмы. Современные реле дуговой защиты обладают высокой чувствительностью и точностью, что позволяет оперативно реагировать на любые изменения в электрической цепи и предотвращать аварийные ситуации. Реле дуговой защиты могут обнаружить дуговой пробой, контролируя такие параметры, как ток, напряжение и электрическую мощность, и быстро отключить питание до возникновения возгорания, тем самым минимизируя риск серьезных нежелательных последствий.

Реле защиты от дуги обычно используются в системах распределения электроэнергии среднего и высокого напряжения, шкафах управления, трансформаторах, генераторах, двигателях и другом электрооборудовании. В них применяется двойной критерий обнаружения (по двум условиям) - по свету дуги и по значению перегрузки тока. Эти устройства обладают такими свойствами, как быстрое срабатывание защиты и высокая надежность.

ОСОБЕННОСТИ

- Полностью цифровой дизайн, простой принцип работы;
- Сильные электрические характеристики;
- Полная и всеобъемлющая запись информации о неисправностях;
- Двойной критерий перегрузки по току и дуге, высокая надежность;
- Передача по оптоволоконному кабелю, сильная устойчивость к электромагнитным помехам;
- Программируемая логика отключения (срабатывания);
- Быстрое отключение срабатывания, короткое время устранения неисправности.

ПРИМЕНЕНИЕ

- Минимизация вреда дугового излучения для человеческого тела;
- Снижение повреждений оборудования, вызванных дуговым коротким замыканием;
- Предотвращение повреждения трансформатора, вызванного отказом шины;
- Защита цепей постоянного тока на станции;
- Обеспечение стабильной работы электроподстанций;
- Распределительные устройства электрических секций тепловых электростанций;
- Распределительные устройства ветряных электростанций и фотоэлектрических станций;
- Крупные муниципальные инженерные проекты;

2. - ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

- Электроснабжение

AC/DC85 ~ 265V

- Потребление

≤ 8W

- Входной ток

Номинальный ток : 5A/1A

Диапазон измерений: ток защиты: 0~20 *In*

Потребление: ≤ 5VA

- Допуск электрических параметров

Ток защиты: ≤ 2%

Частота защиты: 0.1Hz

- Вход дугового сигнала

Кол-во каналов: 12-48 каналы (опция)

Тип датчика: оптоволоконный

Обнаружение типа света

(вспышки): Видимый свет/ультрафиолет (опция)

- Выход реле

Кол-во каналов: 9 каналов

Рабочее напряжение: AC250V/8A

Метод ввода: пассивный контакт

Метод изоляции: Фотоэлектрическая изоляция, напряжение изоляции 2500 В

- Допустимое время срабатывания

Чистая дуговая защита: ≤10ms

Защита по двум критериям тока (от перегрузки по току + дуги:): ≤20ms

- Связь RS485

Коммуникационный порт: RS485 (один стандартный, два опциональных)

Тип изоляции : Фотоэлектрическая изоляция, молниезащита

Скорость передачи данных : 9600 бит/с

Протокол связи: Modbus

- Ethernet-связь

Интерфейс:	2-канальный Ethernet опционально
Параметры сети:	10M/100M адаптивный
IP-адрес по умолчанию:	192.168.12.2/192.168.13.2
Стандарт:	IEC60870-5-103

- Окружающая среда

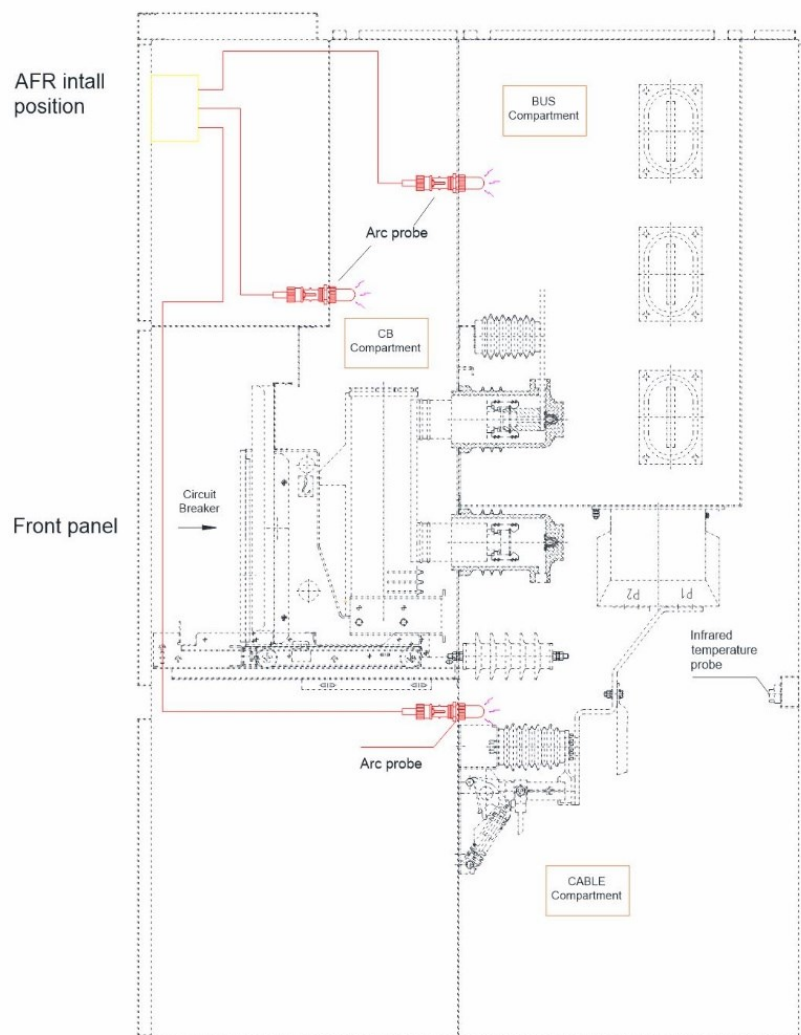
Рабочая среда:	-10 ~ 55°C/ < 93% относительная влажность (без конденсата)
Условия хранения:	-30 ~ 70°C/ < 70% относительная влажность (без конденсата)
Относит. влажность:	5%~ 95%
Атмосферное давление:	60кПа ~ 106кПа

- Электромагнитная совместимость

Тема	Стандарт
Тест на устойчивость к электростатическому разряду:	GB/T 14598.14-2010. level-4
Тест на сухое сопротивление:	GB/T 14598.10-2007. level-A
1mhz Испытания на электрические помехи для измерительных реле:	GB/T 14598.13-2008. level-3
Испытание на устойчивость к выбросу напряжения:	GB/T 14598.9-2010.level-3
Испытание на устойчивость к помехам:	GB/T 14598.18-2007

3.- МОНТАЖ (установка) И ЗАПУСК

3.1 - Метод подключения

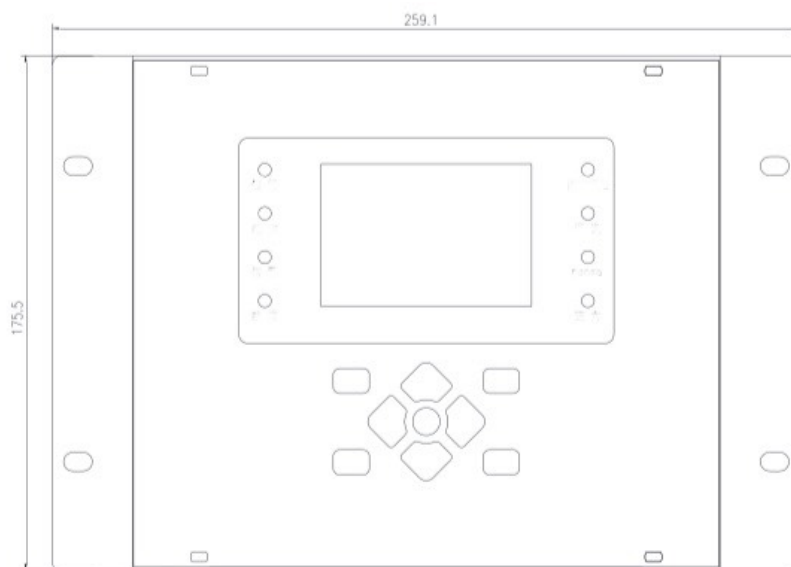


Внимание:

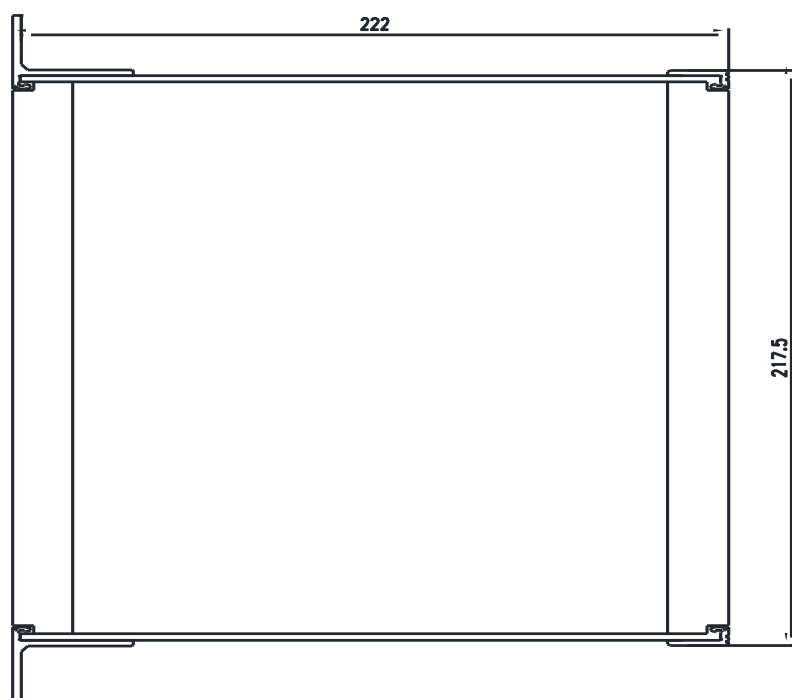
На рисунке выше приведен пример установки. Для получения информации о конкретном способе установки, пожалуйста, обратитесь к документу: ЕнергоМ-AFR-M -Инструкция по установке-1

3.2 - Монтажные габариты (единицы измерения: мм)

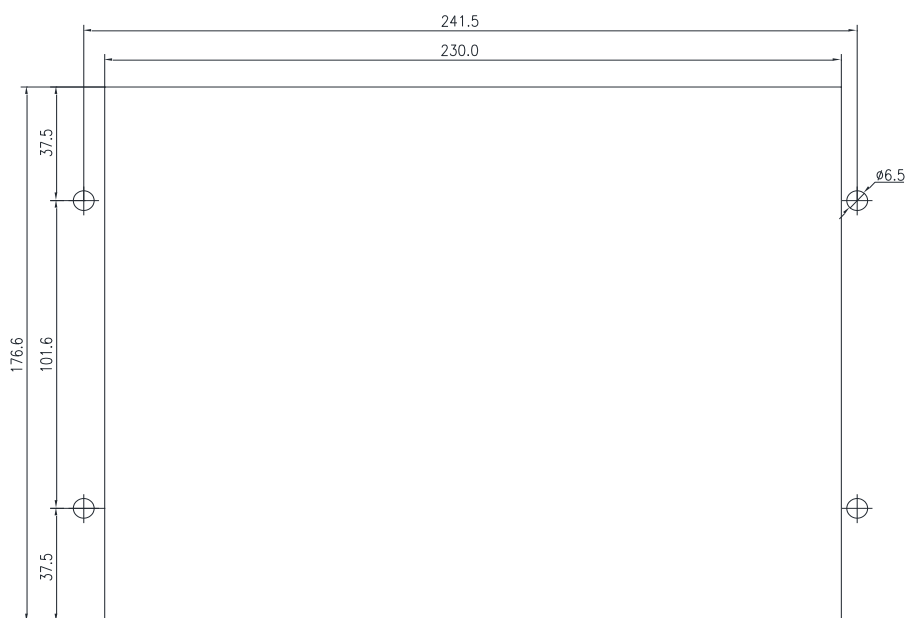
Хост предусматривает полностью закрытый стандартный корпус 4U 1/2 и устанавливается на экран (распределительное устройство). Разъем представляет собой заднюю направляющую с затяжными винтами (вверх-низ). Размеры следующие: (единицы измерения: мм)



Вид спереди

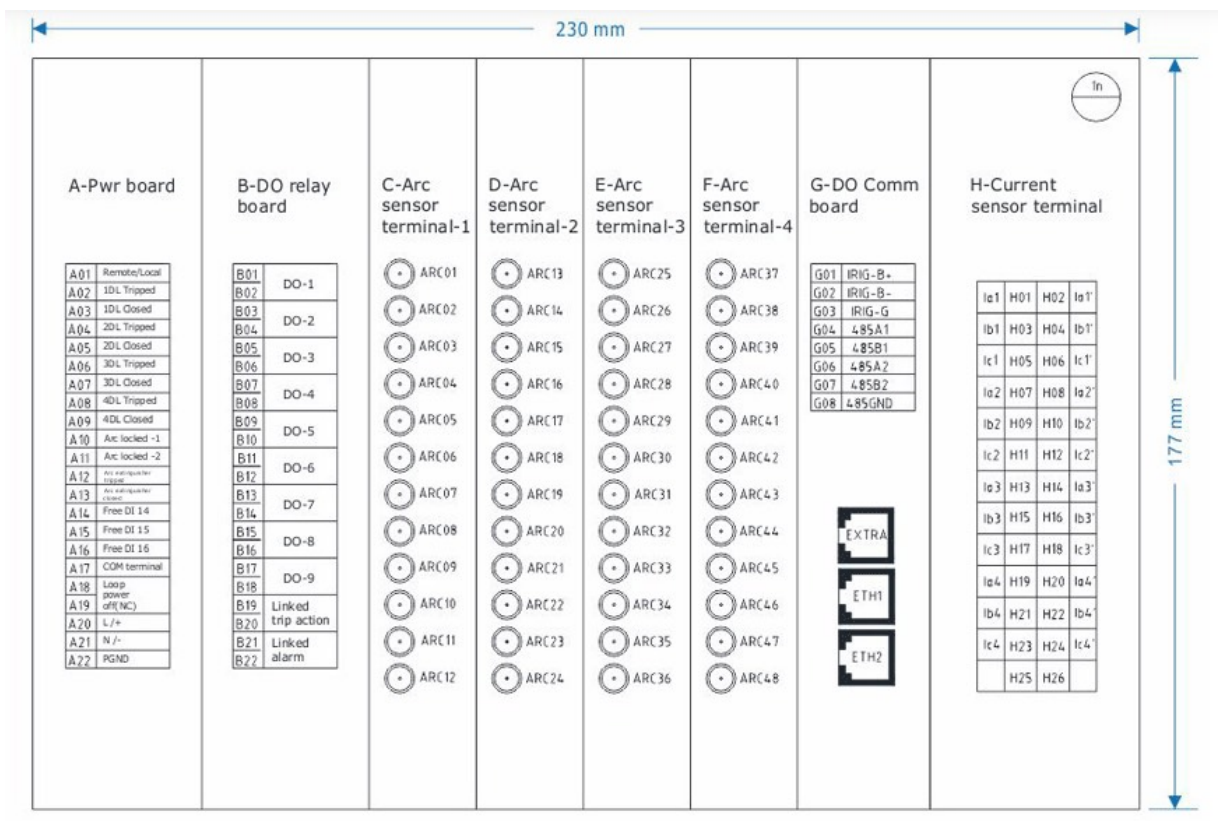


Вид сверху



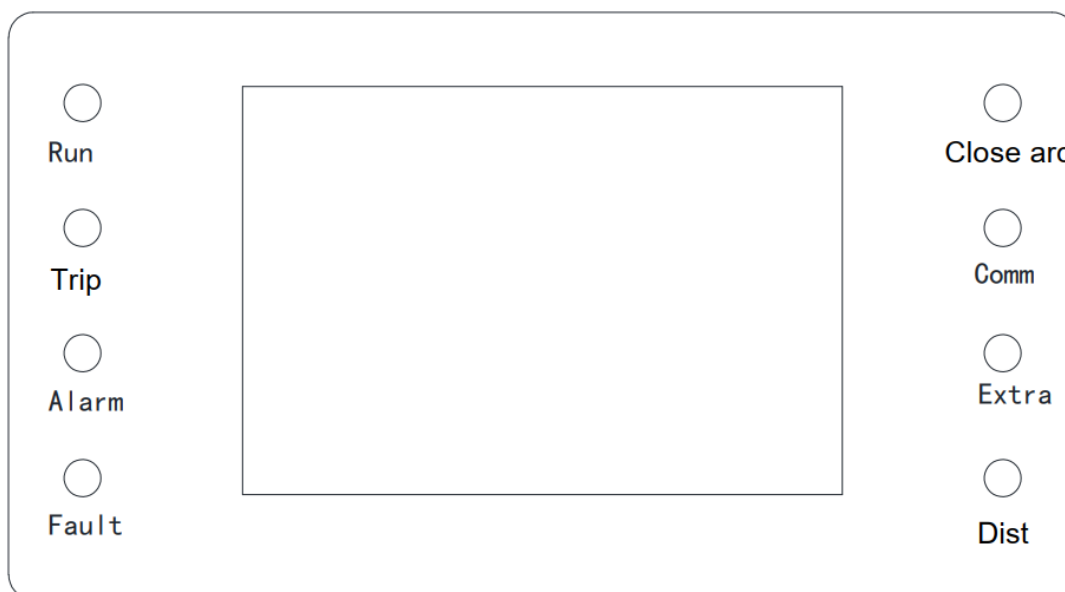
Размер отверстий

3.3 - Определение терминалов



Темы	Определение	Объяснение
A01-A17	DI:1-16 - цифр входы.	Цифр. вход
A18-A19	Power loss alarm output -Выход сигнализации о потере питания.	Потеря питания
A20-A22	Power - питание.	Питание устройства
B01-B18	Trip:1-9 - срабатывание: 1-9.	Программируемый выход
B19-B20	Act signal - сигнал действия.	Выход срабатывания
B21-B22	Alarm signal - сигнал тревоги.	Выход сигнала тревоги
ARC1- ARC48	Arc signal:1-48 - сигнал дуги 1-48	Вход датчика дуги
G01-G03	GPS Timing - тайминг GPS	Тайминг устройства
G04- G05	RS485-1 - связь 1	Последовательная связь
G05- G06	RS485-2 - связь 2	
EXTRA	Ethernet	Сетевая связь системы
H01-H06	Четыре сета входных сигналов трехфазного тока	Ток выборки
H07-H012		
H13-H18		
H19-H24		

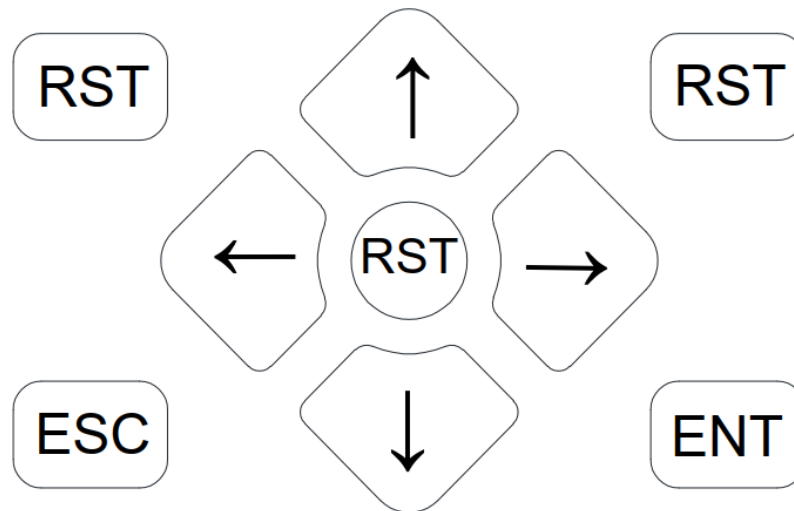
3.4 - Описание световой индикации



Тема	Цвет	Описание
"Run"	Зелёный	Устройство работает, мигает раз в секунду.
"Trip"	Красный	Защита срабатывает.
"Alarm"	Красный	индикатор устройства защиты.
"Fault"	Красный	сбой системы устройства.
"Close arc"	Красный	Закрытие функц. защиты от дуги
"Comm"	Зелёный	Режим связи
"Extra"	Зелёный	Взаимодействует с устройством в интерактивном режиме.
"Dist"	Зелёный	В удаленном режиме и может управляться дистанционно.

3.5 - Описание клавиш (кнопок) управления

На панели управления имеется 9 клавиш, а именно “RST”, “ENT”, “ESC”, “+”, “-”, “↑”, “↓”, “→”, “←”.



Тема	Описание
“RST”	Сброс/переустановка предупреждающей сигнализации защиты
“ENT”	Подтверждение конкретной операции или переход к следующему меню
“ESC”	Отмена выполненной операции или возврат в предыдущее меню
“↑”	“↓” “→” “←” Перемещение курсора и изменение цифр

4. - ПРОЦЕДУРА НАСТРОЙКИ

4.1 Интерфейс запуска

После включения питания устройства на ЖК-дисплее отображаются тип, время, дата и текущее значение измерений устройства защиты при нормальной работе.

Когда устройство защиты срабатывает, на главном экране отображается последний отчет о действии, а также номер записи, время действия, название действия, канал дуги и текущее значение отчета о действии. В соответствии с различными типами отчетов система подразделяется на отчет о срабатывании, отчет о самопроверке, отчет о дистанционной сигнализации, запись о неисправностях и т. д.



4.2. Главное меню

В интерфейсе управления нажимайте кнопку "ENT" для входа в главное меню и выберите субменю с помощью кнопок "↑", "↓", "←", "→".



4.3. "Analog" (функция "Аналог")

"Analog" используется в основном для отображения текущего значения выборки и фазового угла устройства защиты в режиме реального времени. Нажимайте кнопку "ENT", чтобы войти в экранную схему просмотра значения защиты и измеренного значения. "Protect" показывает значение выборки в реальном времени для трансформатора защиты вторичной обмотки. "Measure" показывает значение первичной обмотки, умноженное на коэффициент трансформации. "Offset" может использоваться для проверки измеренного значения.

-Analog -	Name	Value	Angle
1. Protect	Ia1=	0.000 A	0 °
	Ib1=	0.000 A	0 °
	Ic1=	0.000 A	0 °
2. Measure	Ia2=	0.000 A	0 °
	Ib2=	0.000 A	0 °
	Ic2=	0.000 A	0 °
3. Offset	Ia3=	0.000 A	0 °
	Ib3=	0.000 A	0 °
	Ic3=	0.000 A	0 °
	Ia4=	0.000 A	0 °
	Ib4=	0.000 A	0 °
	Ic4=	0.000 A	0 °

4.4. "Report" (функция "Отчет")

4.4.1- Trip (Срабатывание)

"Trip" можно использовать для проверки измеренного значения. "Отчет о срабатывании" (Trip report) отображает записи отчетов о срабатывании защиты. Пожалуйста, проверьте эти записи после срабатывания устройства. Нажимайте клавишу "ENT" для входа в экран записи аварий. Сначала отобразится последняя запись об аварии; нажимайте "↑" для отображения предыдущего отчета и "↓" для отображения следующего отчета.

```

-Report - 0009.2022-02-22 10:36:29:190
          1# Arc Trip          0.000 APH
1. Trip   Arc in:1 2 3
          0010.2022-02-22 10:36:29:335
2. Alarm  1# Arc Trip          0.000 APH
          Arc in:1
3. Signal 0011.2022-02-22 10:36:29:434
          1# Arc Trip          0.000 APH
4. Waveform Arc in:1
           0012.2022-02-22 10:36:48:245
           Protection Start
  
```

4.4.2- Alarm (Сигнал тревоги)

"Alarm" (Тревога) отображает запись отчета о тревогах самотестирования системы. Нажимайте клавишу "ENT" для входа в экран отчета о самотестировании (the self-inspection report screen.). Сначала отобразится последняя запись о тревоге; нажимайте "↑", чтобы перелистать одну страницу отчета вперед, и нажимайте "↓", чтобы перелистать одну страницу отчета назад.

```

-Report - 0001.2022-02-22 10:36:48:245
          Alarm:1# Arc Alarm
1. Trip   0002.2022-02-22 10:36:48:459
          Alarm:1# Arc Alarm
2. Alarm  0003.2022-02-22 10:36:48:735
          Alarm:1# Arc Alarm
3. Signal
4. Waveform
  
```


4.4.3-Signal (Функция Signal)

" Signal " отображает запись отчета о дистанционной сигнализации. Нажимайте кнопку "ENT" для входа в экран записи операций. Сначала отобразится последняя запись о работе, нажмите "↑", чтобы отобразить предыдущий отчет, и наж. "↓", чтобы отобразить следующий отчет.

```

-Report - 0265.2022-02-22 10:36:48:735
          Alarm:1# Arc Alarm      0->1
1.Trip    0266.2022-02-22 10:36:48:735
          General Alarm           0->1
2.Alarm   0267.2022-02-22 10:36:48:752
          Arc 1                   1->0
3.Signal  0268.2022-02-22 10:36:48:757
          Alarm:1# Arc Alarm      1->0
          0269.2022-02-22 10:36:48:757
          General Alarm           1->0
          0270.2022-02-22 10:36:49:254
          Protection Start        1->0
  
```

4.4.4-Waveform (осциллограмма, форма волны)

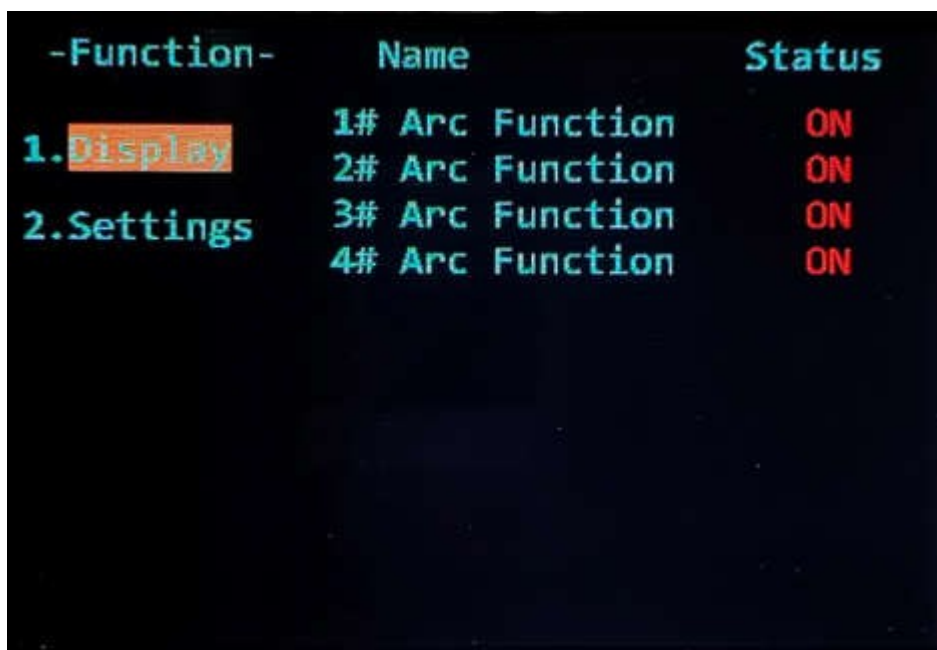
"В меню "Waveform" отображается запись отчета о смещении. Нажимайте клавишу "ENT" для входа в экран записи волны. Сначала отображается последняя запись; нажимайте "↑" для отображения предыдущего отчета и наж. "↓" для отображения следующего отчета.

```

-Report - 01.2022-02-22 10:36:27:548
          02.2022-02-22 10:36:48:204
1.Trip
2.Alarm
3.Signal
4.Waveform
  
```

4.5. “Function” (функция защиты от дуги)

Функция защиты от дуги может быть включена или выключена в панели меню настройки (plate setting menu). Вы можете не только изменять состояние, но и одновременно просматривать данные.

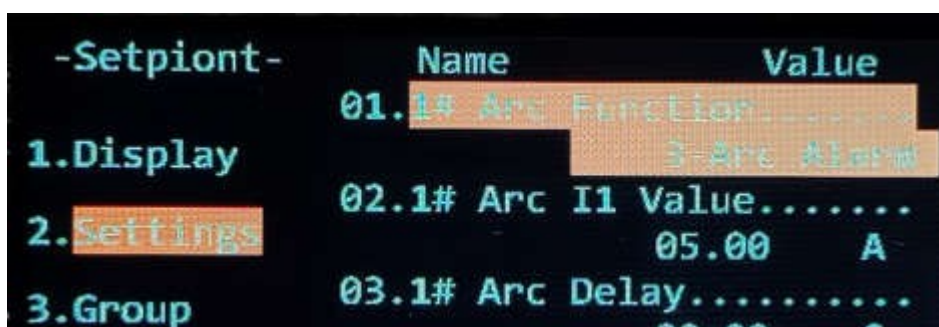
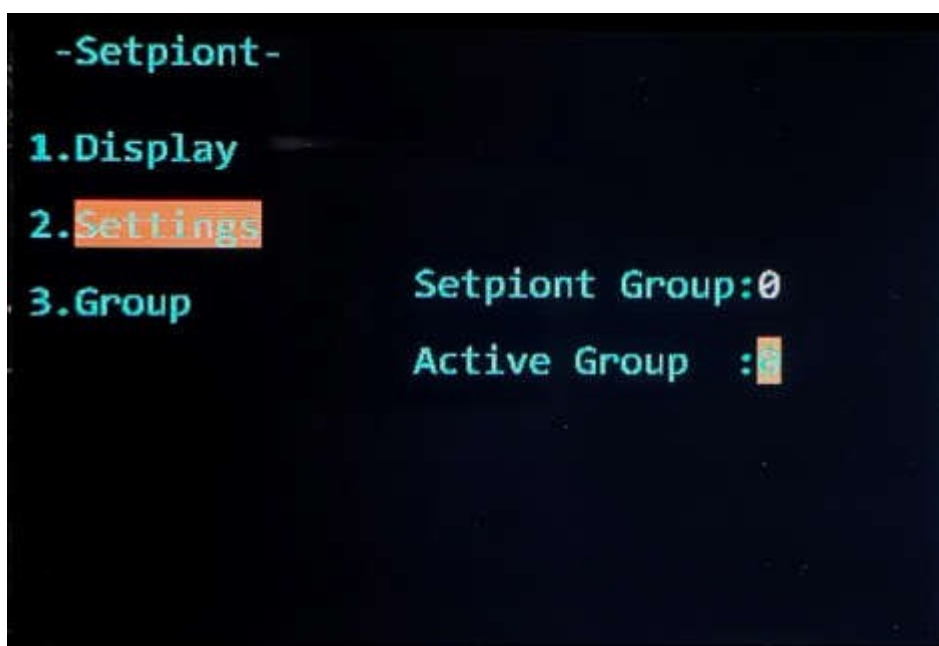


No.	Название	По умолчанию	Объяснение
1	1# Arc protect	On/off Вкл/Выкл	Associated with I1 current соотносится с током I1
2	2# Arc protect	On/off	Associated with I2 current соотносится с током I2
3	3# Arc protect	On/off	Associated with I3 current соотносится с током I3
4	4# Arc protect	On/off	Associated with I4 current соотносится с током I4

4.6. "Setpoint"

Это меню используется в основном для настройки или просмотра значений параметров устройства.

Нажмите клавишу "ENT" для входа во вторичное меню. Переключите серийный номер с помощью клавиш "↑" и "↓", сдвиг с помощью клавиш "→" и "←", и настройте значение с помощью клавиш "+" и "-". После установки фиксированного значения нажмите клавишу "ESC", чтобы вернуться в основное меню, и на экране появится диалоговое окно. Введите правильный пароль (заводской пароль по умолчанию: 00). В это время появится сообщение "Сохранение прошло успешно!" (save successful). Сохранение фиксированного значения. При прямой отмене сохранения фиксированное значение не будет сохранено. Если введен неправильный пароль, на экране устройства появится сообщение "Ошибка пароля" (Password error). И система вернется к интерфейсу меню первого уровня. При установке значения настройки можно сначала выбрать значение настройки ZONE. Введенное после выбора значение будет задано в соответствующей области значений. После настройки вы можете просмотреть введенные параметры в разделе "Display". В то же время, если вам нужно переключить фиксированное значение, войдите в раздел Group. После переключения на дисплее отобразится порядковый номер установленного значения, после изменения исходного значения оно будет установлено соответствующим образом.



"1#" "2#" "3#" "4#" в меню "Settings" означают 4 группы токов выборки для дуговой защиты. Токowymi критериями дуговой защиты 1# являются IA1, IB1, IC1 и так далее. Поскольку устройство защиты имеет большое количество уставок выходов и датчиков дуги, соответствующий режим уставок выходов и каналов дуги предусмотрен в виде режима уставок от двоичного до шестнадцатеричного. В качестве примера рассмотрим настройку "1# arc Function":

После входа в меню " Settings" ("Настройки") в правой части экрана появится фиксированное значение. В "1# arc Function" имеется 21 соответствующее значение. Имеются 9 соответствующих выходов, которые могут быть настроены отдельно. Эти девять выходов соответствуют выключателям 1-9 - на чертеже соответственно. Для каждого датчика дуги можно выбрать соответствующий выход. Эту настройку можно повторить. Один датчик может соответствовать нескольким выходам.

В качестве примера возьмем "I1Trip1-Arc1-24". Под элементом фиксированного значения отображается "000000".

В этом меню мы можем выбрать и связать наши датчики. "000000" представляет соответствующий датчик дуги 1-24 (каждый бит представляет 4 точки дуги). Шесть битов справа налево соответствуют "1-4", "5-8", "9-12", "13-16", "17-20" и "21-24" . Когда курсор окажется в крайней правой позиции фиксированного значения, нажимайте кнопку "→" снова, чтобы войти в меню настройки отдельной дуги. Также возможен вход и выход из отдельного канала дуги.

Двоичный бит датчика дуги, который должен быть введен, преобразуется в "1", а выходящий бит - в "0". В соответствии с фактическим входом датчика сначала определите двоичный код, а затем преобразуйте его в соответствующее шестнадцатеричное значение входа. Общий массив показан в следующей таблице (точки (указатели) дуги 25-48 идентичны).

NO.	Двоичное значение	Шестнадцатеричное значение	Объяснение
ARC:1	0000 0000 0000 0000 0000 0001	000001	Arc1:on вкл
ARC:1-2	0000 0000 0000 0000 0000 0011	000003	Arc1-2:on
ARC:1-3	0000 0000 0000 0000 0000 0111	000007	Arc1-3:on
ARC:1-4	0000 0000 0000 0000 0000 1111	00000F	Arc1-4:on
ARC:1-5	0000 0000 0000 0000 0001 1111	00001F	Arc1-5:on
ARC:1-6	0000 0000 0000 0000 0011 1111	00003F	Arc1-6:on
ARC:1-7	0000 0000 0000 0000 0111 1111	00007F	Arc1-7:on
ARC:1-8	0000 0000 0000 0000 1111 1111	0000FF	Arc1-8:on
ARC:1-9	0000 0000 0000 0001 1111 1111	0001FF	Arc1-9:on
ARC:1-10	0000 0000 0000 0011 1111 1111	0003FF	Arc1-10:on
ARC:1-11	0000 0000 0000 0111 1111 1111	0007FF	Arc1-11:on
ARC:1-12	0000 0000 0000 1111 1111 1111	000FFF	Arc1-12:on
ARC:1-13	0000 0000 0001 1111 1111 1111	001FFF	Arc1-13:on
ARC:1-14	0000 0000 0011 1111 1111 1111	003FFF	Arc1-14:on
ARC:1-15	0000 0000 0111 1111 1111 1111	007FFF	Arc1-15:on
ARC:1-16	0000 0000 1111 1111 1111 1111	00FFFF	Arc1-16:on
ARC:1-17	0000 0001 1111 1111 1111 1111	01FFFF	Arc1-17:on
ARC:1-18	0000 0011 1111 1111 1111 1111	03FFFF	Arc1-18:on
ARC:1-19	0000 0111 1111 1111 1111 1111	07FFFF	Arc1-19:on
ARC:1-20	0000 1111 1111 1111 1111 1111	0FFFFFF	Arc1-20:on
ARC:1-21	0001 1111 1111 1111 1111 1111	1FFFFFF	Arc1-21:on
ARC:1-22	0011 1111 1111 1111 1111 1111	3FFFFFF	Arc1-22:on
ARC:1-23	0111 1111 1111 1111 1111 1111	7FFFFFF	Arc1-23:on
ARC:1-24	1111 1111 1111 1111 1111 1111	FFFFFFF	Arc1-24:on

4.7. "System" (Система)

- "Basic Set"**
Базовые
уставки
- установите адрес последовательной связи и скорость передачи данных устройства, пароль работы, количество подключаемых модулей доступа к дуге (arc access plug-ins) и количество датчиков давления.
- "Time Set"**
Уставки
времени
- установка часов реального времени устройства.
- "Dev Set"**
- установите коэффициент трансформации ТТ, номинальный ток, режим подключения и соответствующую информацию о настройке параметров. (за исключением коэффициента трансформации ТТ, пользователям не рекомендуется устанавливать его самостоятельно).
- "Default"**
- возвращает устройство к фабричным настройкам.
- "Clear "**
- удаление всех типов отчетов, созданных в данный момент. Можно также стереть их отдельно в зависимости от типа.

После настройки меню устройство автоматически перезапустится. Поэтому рекомендуется задать всю информацию за один раз, а затем вернуться к сохранению.

- System -		Name	Value
1. Basic Set	01.	Slave Address.....	001
2. Time Set	02.	Password.....	00
3. Dev Set	03.	RS485 Baud Rate1.....	09600
4. Default	04.	RS485 Baud Rate2.....	09600
5. Clear	05.	Arc Block Number.....	2
	06.	System.....	FFFF

4.8. “ETH” (меню Ethernet)

Это меню в основном используется для установки IP-адреса, соответствующего интерфейсу Ethernet устройства. После настройки устройство автоматически перезапустится.

Name	Value
01. Eth IP address1	192.168.011.002
02. Eth subnet mask	255.255.000.000
03. Eth IP address2	192.168.012.002
04. Eth subnet mask	255.255.000.000

4.9. “Test” (меню Тест)

Это меню в основном используется для тестирования выхода, входа, дуги и связи этого устройства.

" Output" используется для проверки всех сигнальных выходов и выходов выключателя (прерывателя). Сканирование выхода осуществляется кнопками "→" и "←".

- Test -	Name	Status
1. Output	Output Relay1	OFF
	Output Relay2	OFF
2. Input	Output Relay3	OFF
	Output Relay4	OFF
3. Arc	Output Relay5	OFF

"Input" позволяет просматривать статус входа удаленной сигнализации в режиме реального времени.

- Test -	Name	Status
1.Output	01.Remote sta	OFF
	02.1DL OFF	OFF
2.Input	03.1DL ON	OFF
	04.2DL OFF	OFF
3.Arc	05.2DL ON	OFF

"Arc" показывает статус канала дуги в режиме реального времени.

- Test -	Name	Status
1.Output	Arc 1	OFF
	Arc 2	OFF
2.Input	Arc 3	OFF
	Arc 4	OFF
3.Arc	Arc 5	OFF

4.8. “Version” (Версия)

Интерфейс version отображает информацию о серийной версии продукта.



5. - ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ



Все спецификации установки и монтажа описаны в предыдущих главах: **УСТАНОВКА И ЗАПУСК, РЕЖИМЫ УСТАНОВКИ и СПЕЦИФИКАЦИИ (технические характеристики).**

Обратите внимание, что при включенном приборе прикосновение к клеммам может быть опасным, а открывание крышки или снятие элементов может привести к доступу к опасным частям под напряжением. Данный прибор поставляется с завода в надлежащем рабочем состоянии.

- ◆ Устройство должно устанавливаться и обслуживаться профессиональными специалистами.
- ◆ При любых работах необходимо отключить входной сигнал и питание;

6. - ОБСЛУЖИВАНИЕ

Устройство не требует специального обслуживания. Никакие действия по настройке, обслуживанию или ремонту не должны выполняться, когда прибор открыт и включен, если эти действия необходимы, их должны выполнять высококвалифицированные специалисты. Перед выполнением любых операций по настройке, замене, техническому обслуживанию или ремонту прибор должен быть отключен от источника питания. При подозрении на нарушение защиты прибор должен быть немедленно выведен из эксплуатации. Конструкция прибора позволяет быстро заменить его в случае выхода из строя.