
Профиль связи MODBUS-RTU для реле типа 2H

1. Краткие сведения о строении сети коммуникационного протокола

1.1 Описание протокола

Тип протокола: протокол MODBUS-RTU подходит для контроллеров типа 2Н.

Физический уровень: Режим передачи: RS485;

Адреса: 0-255;

Скорость передачи данных (в бодах): 9,6 Кб/сек, 19,2 Кб/сек, 38,4 Кб/сек, 115,2 Кб/сек;

Средство передачи данных: экранированная витая пара;

Канальный уровень

Режим передачи: полудуплексный режим "ведущий - ведомый".

Протокол использует соединение с запросом отклика (полудуплекс) на одной линии связи, что означает, что сигналы передаются в противоположных направлениях по отдельной линии связи. Сначала сигнал от основного компьютера (ведущего) адресуется уникальному конечному устройству (ведомому), а затем в обратном направлении на ведущее устройство передается ответный сигнал от конечного устройства. Протокол разрешает обмен данными только между основным компьютером и конечным устройством и не позволяет обмениваться данными между независимыми устройствами. Такой процесс не занимает линию связи в процессе инициализации устройств и ограничивается только откликом на полученные устройством сигналы запроса.

Формат кадра данных:

| Стартовый бит | Данные | Контрольный бит | Стоповый бит |
|---------------|--------|-----------------|--------------|
| 1-Bits | 8-Bits | Отсутствует | 1-Bits |

Формат пакета данных:

| Адрес | Функциональный код | Данные | Верификация |
|--------|--------------------|----------|-------------|
| 8-Bits | 8-Bits | N×8-Bits | 16-Bits |

Протокол детально определяет контрольные коды, последовательность данных и прочие параметры, необходимые для заданного обмена данными.

[Примечание]: время отклика контроллера 45 на сигнал запроса составляет от 0,1 до 0,5 сек. (типичное значение составляет 0,2 сек.)

Достигая конечного устройства, кадр данных поступает на устройство-адресат, которое снимает с кадра "конверт" (заголовок данных) и считывает данные. При отсутствии ошибок устройство выполняет запрашиваемое действие, а затем упаковывает собственные сгенерированные данные в полученный "конверт" и возвращает кадр данных обратно отправителю. Возвращаемый отклик содержит следующие данные: адрес ведомого терминала (Address), выполненную команду (Function), данные запроса, сгенерированные в процессе выполнения команды (Data), и контрольный код (Check). Если при отправке были допущены какие-либо ошибки, успешный отклик не будет получен.

Поле адреса

Поле адреса находится в начальной части кадра и состоит из 8 бит (0 - 255). Эти биты указывают на адрес заданного пользователем конечного устройства, которое будет получать данные от подключенного основного компьютера. Адрес каждого конечного устройства должен быть уникальным, и только адресуемое устройство будет отвечать на запросы, содержащие этот адрес. Когда конечное устройство отправляет отклик, содержащиеся в нём данные адреса ведомого устройства сообщают основному компьютеру, с каким устройством он взаимодействует.

Функциональная область

Код функциональной области сообщает адресуемому устройству, какие функции необходимо выполнить. В таблице 1.1 представлены все функциональные коды, их значения и исходные функции.

Таблица 1.1 Функциональные коды

| Код | Значение | Поведение |
|-----|--|---|
| 03H | Чтение данных | Получение текущих значений от одного или нескольких регистров |
| 06H | Предварительная настройка отдельного регистра | Размещение конкретного значения в отдельно взятом регистре |
| 10H | Предварительная настройка нескольких регистров | Размещение конкретного значения в нескольких регистрах |

Поле данных

В поле данных представлены все сведения, необходимые устройству для выполнения заданной функции, или данные, собранные устройством в ответ на полученный запрос. Такими данными могут быть числовые значения, адреса ссылок или предельные значения. Например: если код функциональной области даёт устройству команду прочитать определённый регистр, поле данных должно указывать, с какого регистра начинать и сколько данных считать. Вложенный адрес и данные различаются в зависимости от типа и возможностей ведомых устройств.

Поле контроля ошибок

Данное поле позволяет основному компьютеру и конечному устройству проверять ошибки в процессе передачи данных. В некоторых случаях при передаче от одного устройства к другому под действием электрических шумов и прочих помех в передаваемых данных могут возникать некоторые изменения. Контроль ошибок позволяет гарантировать, что основной компьютер и конечное устройство не будут реагировать на данные, претерпевшие изменения в процессе передачи. Таким образом повышается безопасность и эффективность системы. Для контроля ошибок используется метод 16-битного избыточного кода.

[Примечание]: последовательность отправки всегда одинакова: адрес, функциональный код, контроль ошибок данных и параметров, связанных с направлением.

Детекция ошибок

Контроль при помощи циклического избыточного кода (CRC) занимает два байта и включает 16-битное двоичное значение. Значение CRC вычисляется передающим устройством, а затем добавляется к кадру данных. При получении данных принимающее устройство заново рассчитывает значение CRC и сравнивает его с величиной, указанной в поле CRC полученного кадра. Если два значения не совпадают, это говорит о том, что произошла ошибка.

При расчёте CRC сначала 16-битный регистр предуславливается в качестве целой 1, а затем выполняется непрерывная операция вычисления с использованием текущих значений 8-битного байта и данного регистра. В генерации CRC участвуют только 8 битов данных каждого байта, а стартовый и стоповый биты и возможные биты чётности не влияют на CRC.

При генерации CRC содержание каждого 8-битного байта и регистра подвергаются операции XOR (исключающее "ИЛИ"), затем результат перемещается в младший разряд, а старший разряд дополняется "0". Наименьший значащий разряд (LSB) сдвигается и проводится детекция. Если результат равен 1, данный регистр выполняет операцию XOR с предустановленным фиксированным значением. Если наименьший значащий разряд равен 0, обработка не выполняется. Вышеописанный процесс повторяется до тех пор, пока не будет выполнено 8 операций сдвига. После смещения последнего бита (8-го) выполняется операция XOR текущих значений следующего 8-битного байта и регистра с последующим осуществлением 8

операций сдвига. Окончательное значение, генерируемое после обработки всех байтов в кадре данных, и является значением CRC.

Процесс генерирования CRC:

(1) Один 16-битный регистр принимается за 0FFFFH (целая 1) и именуется регистром CRC.

(2) Первый 8-битный байт в кадре данных подвергается операции XOR с младшим байтом в регистре CRC, а результат сохраняется в регистре CRC.

(3) Регистр CRC смещается вправо на один разряд, самый старший разряд заполняется значением 0, а наименьший значащий разряд смещается и подвергается проверке.

(4) Если значение наименьшего значащего разряда равно 0: осуществляется возврат к третьему шагу (следующей операции сдвига).

Если значение наименьшего значащего разряда равно 1: выполняется операция XOR с использованием регистра CRC и предустановленного фиксированного значения (0A001H).

(5) Шаги 3 и 4 повторяются до тех пор, пока не будет выполнено 8 операций сдвига. Таким образом обрабатываются все восемь битов.

(6) Шаги 2 - 5 повторяются для следующего 8-битного байта - и так до тех пор, пока не будут обработаны все байты в кадре.

(7) Окончательное значение, полученное регистром CRC, и является значением CRC.

II. Подробное описание функций прикладного уровня

Цель этой главы — определить общий формат ряда эффективных команд для программистов, использующих контроллеры 45. После описания каждого формата запроса данных представлено пояснение и пример выполняемой таким запросом функции.

В первой главе уже представлено описание протокола и кадра данных. Программисты, использующее данное ПО, могут воспользоваться следующим протоколом для правильной разработки конкретных приложений. Протокол, описываемый в данной главе, по максимуму использует формат, описанный в таблице 2.1 (числа - шестнадцатиричные).

Таблица 2.1 Пример протокола

| Адрес | Функциональный код | Старший байт начального адреса переменной | Младший байт начального адреса переменной | Количество переменных (старший байт) | Количество переменных (младший байт) | Контрольный код (младший байт) | Контрольный код (старший байт) |
|-------|--------------------|---|---|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 03H | 03H | 00H | 01H | 00H | 03H | 55H | E9H |

2.1 Чтение данных (функциональный код 03)

Запрос

Данная функция даёт пользователю возможность получить читаемые параметры контроллера 45. Пользователь может с любого адреса инициировать чтение данных до 44 регистров (т.е. 88 байтов переменных).

В представленном в таблице 2.2 примере основной компьютер считывает с ведомого устройства №03 собранные базовые данные U1, U2, U3. Адрес U1 - 0001H, адрес U2 - 0002H и адрес U3 - 0003H.

Таблица 2.2 Кадр данных запроса на чтение U1, U2, U3

| Адрес | Функциональный код | Старший байт начального адреса переменной | Младший байт начального адреса переменной | Количество переменных (старший байт) | Количество переменных (младший байт) | Контрольный код (младший байт) | Контрольный код (старший байт) |
|-------|--------------------|---|---|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 03H | 03H | 00H | 01H | 00H | 03H | 55H | E9H |

Отклик

Отклик включает адрес ведомого устройства, функциональный код, количество данных и контроль ошибок CRC. В таблице 2.3 представлен пример отклика на запрос U1, U2, U3.

Таблица 2.3 Кадр данных отклика на запрос чтения U1, U2, U3

| Адрес | Функциональный код | Общее количество байтов переменной | Старший байт первой переменной | Младший байт первой переменной | Старший байт второй переменной | Младший байт второй переменной | Старший байт третьей переменной | Младший байт третьей переменной | Младший байт контрольного кода | Старший байт контрольного кода |
|-------|--------------------|------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 03H | 03H | 06H | 01H | 7CH | 01H | 7DH | 01H | 7CH | F9H | 9BH |

2.2 Предварительная настройка нескольких регистров (функциональный код 10)

Запрос

Функциональный код 10H даёт пользователю возможность изменять содержимое нескольких регистров. Пользователь может настраивать данные не более чем 16 регистров (т.е. 32-байтовую переменную), начиная с любого адреса.

В таблице 2.4 представлен пример изменения заданных значений срабатывания и времени задержки мониторинга нагрузки 1 и мониторинга нагрузки 2 ведомого устройства №03. Адрес заданного значения срабатывания мониторинга нагрузки 1 - 22H, адрес соответствующего заданного значения времени задержки - 23H, а адрес значения срабатывания мониторинга нагрузки 2 - 24H и адрес соответствующего значения времени задержки - 25H.

Таблица 2.4 Изменение заданных значений срабатывания и времени задержки мониторинга нагрузки 1 и мониторинга нагрузки 2

| Адрес | Функциональный код | Старший байт начального адреса переменной | Младший байт начального адреса переменной | Старший байт количества переменной | Младший байт количества переменной | Общее количество байтов переменной | Старший байт переменной | Младший байт переменной | Старший байт переменной | Младший байт переменной | Старший байт переменной | Младший байт переменной | Старший байт переменной | Младший байт переменной | Младший байт контрольного кода | Старший байт контрольного кода |
|-------|--------------------|---|---|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 03H | 10H | 00H | 22H | 00H | 04H | 08H | 07H | D0H | 00H | 0AH | 07H | D0H | 00H | 0AH | C4H | A3H |

Примечание: под адресом переменной понимается адрес в таблице распределения системных адресов

Отклик

Таблица 2.5 Отклик на запрос изменения заданных значений срабатывания и времени задержки мониторинга нагрузки 1 и мониторинга нагрузки 2

| Адрес | Функциональный код | Начальный адрес переменной (старший байт) | Начальный адрес переменной (младший байт) | Количество переменных (старший байт) | Количество переменных (младший байт) | Контрольный код (младший байт) | Контрольный код (старший байт) |
|-------|--------------------|---|---|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 03H | 10H | 00H | 22H | 00H | 04H | 60H | 22H |

2.3 Предварительная настройка отдельного регистра (функциональный код 06)

Запрос

Функциональный код 06 позволяет пользователю вносить изменения в содержание отдельно взятого регистра. Данную команду можно использовать для изменения содержания любого из внутренних регистров контроллера 45. Пример ниже иллюстрирует отправляемый ведомому устройству №03 запрос на исправление заданного значения действия при перегрузке Ir1. Адрес Ir1 - 2CH.

Таблица 2.6 Изменение заданного значения действия при перегрузке Ir1

| Адрес | Функциональный код | Начальный адрес переменной (старший байт) | Начальный адрес переменной (младший байт) | Переменное значение (старший байт) | Младший байт переменного значения | Контрольный код (младший байт) | Контрольный код (старший байт) |
|-------|--------------------|---|---|------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 03H | 06H | 00H | 2CH | 07H | 0DH | 8AH | 14H |

Отклик

Стандартным откликом на запрос предварительной настройки отдельного регистра является обратная отправка полученных данных после изменения значения регистра.

Таблица 2.7 Отклик на запрос изменения заданного значения действия при перегрузке Ir1

| Адрес | Функциональный код | Начальный адрес переменной (старший байт) | Начальный адрес переменной (младший байт) | Переменное значение (старший байт) | Младший байт переменного значения | Контрольный код (младший байт) | Контрольный код (старший байт) |
|-------|--------------------|---|---|------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 03H | 06H | 00H | 2CH | 07H | 0DH | 8AH | 14H |

III. Распределение адресов переменных

Таблица распределения системных адресов представлена в таб. 3.1: (03Н - чтение данных, 06Н - предварительная настройка отдельного регистра, 10Н - предварительная настройка нескольких регистров)

Таблица 3.1 Таблица распределения адресов контроллера

| Адрес | Код переменной | Название переменной | Тип переменной | Единица измерения | Чтение-запись | Формат переменной |
|--|----------------|--|----------------|-------------------|---------------|---------------------|
| Системные параметры | | | | | | |
| 00Н | DEVICE_CODE | Идентификационный код устройства | Int | \ | R | |
| Динамические параметры электросети (всего 17 позиций) | | | | | | |
| 01Н | Ua | Напряжение фазы А | Int | V | R | ×1 ^[1] |
| 02Н | Ub | Напряжение фазы В | Int | V | R | ×1 ^[1] |
| 03Н | Uc | Напряжение фазы С | Int | V | R | ×1 ^[1] |
| 04Н | PF | Коэффициент мощности | Int | \ | R | ×100 ^[2] |
| 05Н | F | Частота | Int | HZ | R | ×100 ^[2] |
| 06Н | P | Активная мощность | Int | KW | R | ×1 ^[1] |
| 07Н | PT | Активная энергия | Int | KWT | R | ×1 ^[1] |
| 08Н | Ia | Ток фазы А | Int | A/KA | R | см. 4.1 |
| 09Н | Ib | Ток фазы В | Int | A/KA | R | см. 4.1 |
| 0АН | Ic | Ток фазы С | Int | A/KA | R | см. 4.1 |
| 0ВН | In | Ток фазы N | Int | A/KA | R | см. 4.1 |
| 0СН | If | Ток, несимметричный по отношению к земле | Int | A/KA | R | см. 4.1 |
| 0ДН | Iba | Дисбаланс фазы А | Int | % | R | ×1 ^[1] |
| 0ЕН | Ibb | Дисбаланс фазы В | Int | % | R | ×1 ^[1] |
| 0FN | Ibc | Дисбаланс фазы С | Int | % | R | ×1 ^[1] |
| 10Н | ContDamage | Степень износа контакта | Int | % | R | ×100 ^[2] |
| 11Н | OprateTimes | Количество срабатываний | Int | \ | R | см. 4.1 |
| Данные журнала неисправностей электросети (всего 17 позиций) | | | | | | |
| 12Н | Ftig | Заземляющий ток при неисправности | Int | A/KA | R | см. 4.1 |
| 13Н | FTiba | Дисбаланс фазы А при неисправности | Int | % | R | ×1 ^[1] |
| 14Н | FTibb | Дисбаланс фазы В при неисправности | Int | % | R | ×1 ^[1] |
| 15Н | FTibc | Дисбаланс фазы С при неисправности | Int | % | R | ×1 ^[1] |
| 16Н | FTia | Ток фазы А при неисправности | Int | A/KA | R | см. 4.1 |
| 17Н | FTib | Ток фазы В при неисправности | Int | A/KA | R | см. 4.1 |
| 18Н | FTic | Ток фазы С при неисправности | Int | A/KA | R | см. 4.1 |
| 19Н | FTin | Ток фазы N при | Int | A/KA | R | см. 4.1 |

| | | | | | | |
|-----|-------------|---------------------------------------|-----|---|---|---------|
| | | неисправности | | | | |
| 1AH | FaultTim_YM | Дата неисправности (год, месяц) | BCD | \ | R | см. 4.2 |
| 1BH | FaultTim_DH | Время неисправности (день, час) | BCD | \ | R | см. 4.2 |
| 1CH | FaultTim_MS | Время неисправности (минута, секунда) | BCD | \ | R | см. 4.2 |

Таблица 3.1 Таблица распределения адресов контроллера (продолжение 1)

| Адрес | Код переменной | Название переменной | Тип переменной | Единица измерения | Чтение-запись | Формат переменной |
|---|----------------|--|----------------|-------------------|---------------|--------------------|
| 1DH | Fault_Curl | Индикация силы тока при неисправности | Int | A/KA | R | см. 4.1 |
| 1EH | Fault_CurTim | Продолжительность задержки при неисправности | Int | S | R | $\times 100^{[2]}$ |
| 1FH | Fault_Style | Тип неисправности | Int | \ | R | см. 4.3 |
| 20H | Self_Check | Данные самодиагностики | Int | \ | R | см. 4.4 |
| 21H | Circuit_Check | Данные о состоянии электросети | Int | \ | R | см. 4.5 |
| Установка системных параметров (всего 32 позиции) | | | | | | |
| 22H | IC1 | Уставка нагрузки 1 | Int | A/KA | R/W | см. 4.1 |
| 23H | TC1 | Уставка времени нагрузки 1 | Int | S | R/W | см. 4.6.1 |
| 24H | IC2 | Уставка нагрузки 2 | Int | A/KA | R/W | см. 4.1 |
| 25H | TC2 | Установленное время нагрузки 2 | Int | S | R/W | см. 4.6.1 |
| 26H | IN | Уставка тока защиты фазы N | Int | A/KA | R/W | см. 4.7 |
| 27H | IQ | Уставка несбалансированности тока | Int | % | R/W | $\times 1^{[1]}$ |
| 28H | TB | Уставка временной выдержки срабатывания защиты от несбалансированного тока | Int | S | R/W | см. 4.6.2 |
| 29H | If | Уставка утечки на землю | Int | A/KA | R/W | см. 4.1 |
| 2AH | CG | Коэффициент обратно зависимой выдержки времени защиты заземления | Int | \ | R/W | см. 4.6.3 |
| 2BH | TG | Установленное время заземления | Int | S | R/W | см. 4.6.2 |
| 2CH | Ir1 | Уставка длительной выдержки | Int | A/KA | R/W | см. 4.1 |
| 2DH | TL | Установленное время длительной выдержки | Int | S | R/W | см. 4.6.1 |
| 2EH | Ir21 | Уставка короткой обратно зависимой выдержки времени | Int | A/KA | R/W | см. 4.1 |

| | | | | | | |
|--|---------------|---|-----|------|-----|-----------|
| 2FH | Ir22 | Уставка независимой короткой выдержки времени | Int | A/KA | R/W | см. 4.1 |
| 30H | TS | Установленное время короткой независимой выдержки | Int | S | R/W | см. 4.6.2 |
| 31H | Ir3 | Уставка мгновенного срабатывания | Int | A/KA | R/W | см. 4.1 |
| 32H | ComID | Идентификатор связи | Int | \ | R/W | см. 4.8 |
| 33H | BaudRate | Скорость передачи данных в бодах | Int | bps | R/W | см. 4.8 |
| 34H | Adj_Ua | Калибровочный коэффициент напряжения фазы A | Int | \ | R/W | \ |
| 35H | Adj_Ub | Калибровочный коэффициент напряжения фазы B | Int | \ | R/W | \ |
| 36H | Adj_Uc | Калибровочный коэффициент напряжения фазы C | Int | \ | R/W | \ |
| 37H | Adj_Ia | Калибровочный коэффициент тока фазы A | Int | \ | R/W | \ |
| 38H | Adj_Ib | Калибровочный коэффициент тока фазы B | Int | \ | R/W | \ |
| 39H | Adj_Ic | Калибровочный коэффициент тока фазы C | Int | \ | R/W | \ |
| 3AH | Adj_In | Калибровочный коэффициент тока фазы N | Int | \ | R/W | \ |
| 3BH | Adj_Hz | Калибровочный коэффициент частоты Hz | Int | \ | R/W | \ |
| 3CH | Adj_IfW | Калибровочный коэффициент заземляющего тока W | Int | \ | R/W | \ |
| 3DH | Adj_IfG | Калибровочный коэффициент тока утечки G | Int | \ | R/W | \ |
| 3EH | SYM_MS | Настройка системных часов (мин., сек.) | BCD | \ | R/W | см. 4.2 |
| 3FH | SYM_DH | Настройка системных часов (день, час) | BCD | \ | R/W | см. 4.2 |
| 40H | SYM_YM | Настройка системных часов (год, месяц) | BCD | \ | R/W | см. 4.2 |
| 41H | BAK | Не определено | Int | \ | R/W | \ |
| Настройка внутренних системных параметров (всего 15 позиций) | | | | | | |
| 42H | SysSwitchFunc | Определение переключателя системных функций | Int | \ | R/W | См. 4. 9 |

| | | | | | | |
|-----|---------|-------------------------------|-----|---|-----|----------|
| 43H | SysFunc | Определение системных функций | Int | \ | R/W | см. 4.10 |
| 44H | DO4 | Функция выходного контакта 4 | Int | \ | R/W | см. 4.11 |
| 45H | DO3 | Функция выходного контакта 3 | Int | \ | R/W | см. 4.11 |

Таблица 3.1 Таблица распределения адресов контроллера (продолжение 2)

| Адрес | Код переменной | Название переменной | Тип переменной | Единица измерения | Чтение-запись | Формат переменной |
|---|----------------|---|----------------|-------------------|---------------|-------------------|
| 46H | DO2 | Функция выходного контакта 2 | Int | \ | R/W | см. 4.11 |
| 47H | DO1 | Функция выходного контакта 1 | Int | \ | R/W | см. 4.11 |
| 48H | BAK | Не определено | Int | \ | R/W | \ |
| 49H | If_select | Выбор защиты заземления или защиты от утечки тока | Int | \ | R/W | см. 4.12 |
| 4AH | CL | Тип кривой защиты от перегрузки с зависимой выдержкой времени | Int | \ | R/W | см. 4.13 |
| 4BH | In_Set | Уставка номинального тока автоматического выключателя | Int | A/KA | R/W | см. 4.14 |
| 4CH | FrameSelect | Выбор класса рамы | Int | \ | R/W | см. 4.15 |
| 4DH | RelayType | Тип автоматического выключателя | Int | \ | R/W | см. 4.16 |
| 4EH | Ctrl_order | Исполнительная команда смыкания/размыкания | Int | \ | W | см. 4.17 |
| 4FH | Pre_Ctrl_order | Предварительная команда смыкания/размыкания | Int | \ | W | см. 4.17 |
| 50H | Key_Ctrl | Команды управления с клавиатуры | Int | \ | W | см. 4.18 |
| Информация о продукте (всего 4 позиции) | | | | | | |
| 51H | Product_code_L | Порядковый номер продукта (младший байт) | Int | \ | R/W | \ |
| 52H | Product_code_H | Порядковый номер продукта (старший байт) | Int | \ | R/W | \ |
| 53H | Product_date_L | Дата производства (младший байт) | Int | \ | R/W | \ |
| 54H | Product_date_H | Дата производства (старший байт) | Int | \ | R/W | \ |

Примечание [1]: отметка “×1” в таблице 3.1 означает, что данные не увеличены, считанные данные являются исходными, например: считанное значение адреса 01H - 00DCH (220), означает, что $U_a=220V$;

Примечание [2]: отметка “×100” в таблице 3.1 означает, что исходные данные увеличены в 100 раз, поэтому программисту следует разделить считанные данные на 100; например, считанное значение адреса 05H - 1389H (5001), - соответствует текущей частоте $F=5001/100=50,01$ Гц

IV. Описание типов данных

4.1 Формат данных

Таблица 4.1 Формат данных

| | |
|----------------------------|-----------------------------|
| Bit15 Bit14 (всего 2 бита) | Bit13~Bit0 (всего 14 битов) |
| перенос в разряд (n) | данные (m) |

Как показано в таблице 4.1, два старших бита в 16-битных данных (Bit15, Bit14) соответствуют переносу в разряд, а 14

низших бита (Bit13~Bit0) представляют данные; фактический размер данных выражается следующим образом: $y = m \times 10^n$

Например: если текущие считываемые данные о токе фазы А - 47C3H, расчёт фактического значения тока у выполняется посредством следующих этапов:

(1). $n = (47C3H \& C000H) \gg 14 = (4000H) \gg 14 = 1$

(2). $m = (47C3H \& 3FFFH) = 7C3H = 1987$

(3). $y = (1987 * 10^1) = 19870A = 19.87KA$

Примечание: значение, равное 0, соответствует "OFF";

4.2 Описание формата часов RTC:

| Название переменной | SYM_YM или (FaultTim_YM) | | SYM_DH или (FaultTim_DH) | | SYM_MS или (FaultTim_MS) | |
|---------------------------------------|--------------------------|--------|--------------------------|--------|--------------------------|---------|
| Биты | Bit15~8 | Bit7~0 | Bit15~8 | Bit7~0 | Bit15~8 | Bit7~0 |
| Время | Год | Месяц | Дата | Месяц | Минута | Секунда |
| Практический пример: | 10 | 06 | 23 | 15 | 24 | 59 |
| Формат данных в практическом примере: | SYM_YM=1006H | | SYM_DH=2315H | | SYM_MS=2459H | |

Примечание: в процессе передачи данные часов RTC передаются в двоично-десятичном коде (BCD);

4.3 Типы неисправностей:

Таблица 4.3 Типы неисправностей (Fstyle)

| Bit-0 | Bit-1 | Bit-2 | Bit-3 | Bit-4 | Bit-5 | Bit-6 | Bit-7 |
|---|---|--|-----------------------------------|--|--|--|------------------------------------|
| Защита от перегрузки с длительным временем выдержки | Защита от КЗ с короткой обратной зависимой выдержкой по времени | Защиты от КЗ с короткой независимой выдержкой по времени | Мгновенная защита от КЗ | Защита от неисправности и заземления или утечки тока | Защита от неисправности мониторинга нагрузки 1 | Защита от неисправности мониторинга нагрузки 2 | Защита от несбалансированного тока |
| Bit-8 | Bit-9 | Bit-10 | Bit-11 | Bit-12 | Bit-13 | Bit-14 | Bit-15 |
| Режим защиты от пониженного напряжения | Режим защиты от избыточного напряжения | Режим защиты от дисбаланса напряжения | Режим защиты от понижения частоты | Режим защиты от перегрузки по частоте | Не определено | Не определено | Не определено |

Примечание: Bit_x=1: означает, что в данный момент имеется неисправность; Bit_x=0: означает, что в данный момент неисправности нет;

4.4 Данные самодиагностики:

Таблица 4.4 Данные самодиагностики (SelfCheck)

| Bit-0 | Bit-1 | Bit-2 | Bit-3 | Bit-4 | Bit-5 | Bit-6 | Bit-7 |
|---------------|-------------------------|--------------------|--|---|-----------------------------------|-------------------|-------------------|
| Не определено | Er01 E2ROM Ошибка | Er02 Ошибка A/D | Er03 Ошибка окружающей температуры | Er04 Обрыв CT1 | Er05 Обрыв CT2 | Er06 Обрыв CT3 | Er07 Обрыв CT4 |
| Bit-8 | Bit-9 | Bit-10 | Bit-11 | Bit-12 | Bit-13 | Bit-14 | Bit-15 |
| Не определено | Не определено | Не определено | Er11 Отключение трансформатора магнитного потока | Er12 Отказ автоматического выключателя | Er13 Обслуживани е контакта | Не определено | Не определено |

Примечание: Bit_x=1: означает, что самодиагностика выявила неисправность; Bit_x=0: означает, что на данный момент неисправности, выявленные самодиагностикой, отсутствуют;

4.5 Данные о состоянии электросети:

Таблица 4.5 Данные о состоянии электросети (Circuit_Check)

| Bit-0 | Bit-1 | Bit-2 | Bit-3 | Bit-4 | Bit-5 | Bit-6 | Bit-7 |
|--|---|--|---|---|---|---|--|
| Сигнал о перегрузке 0: нет сигнала 1: есть сигнал | Сигнал с кратковременно й задержкой 0: нет сигнала 1: есть сигнал | Сигнал заземления 0: нет сигнала 1: есть сигнал | Сигнал дисбаланса 0: нет сигнала 1: есть сигнал | Сигнал мониторинга перезагрузки 1 0: нет сигнала 1: есть сигнал | Сигнал мониторинга перезагрузки 2 0: нет сигнала 1: есть сигнал | Не определено | Не определено |
| Bit-8 | Bit-9 | Bit-10 | Bit-11 | Bit-12 | Bit-13 | Bit-14 | Bit-15 |
| Блокировка по состоянию: настройка 0: неактивна 1: активна | Блокировка по состоянию: локальная 0: неактивна 1: активна | Блокировка по состоянию: дистанционна я 0: неактивна 1: активна | Состояние автоматическог о выключателя: 0: разомкнут 1: сомкнут | Данные самодиагностик и оборудования 0: нет 1: есть | Данные сигнализации электросети 0: нет 1: есть | Чтение данных о неисправности электросети: 0: считаны 1: не считаны | Аварийное отключение: 0: не отключено 1: отключено |

Примечание: из трех режимов блокировки по состоянию можно выбрать только один;

Если значение данных о неисправности электросети равно 1, данные не считаны. Это значит, что в настоящий момент контроллер 45 находится в состоянии отображения цикла неисправности после отправки данных о неисправности;

Если значение данных о неисправности электросети равно 0, данные считаны. Это означает, что данные о неисправности, отправленные контроллером 45, уже просмотрены и нажата клавиша "Возврат" для возврата к "Состоянию сброса";

Bit8: в 2E представляет блокировку по параметру: 0 - разблокировано, 1 - заблокировано;

Bit-10: в 2E представляет удалённую блокировку: 0 - разблокировано, 1 - заблокировано;

4.6 Индексы преобразования значения времени:

4.6.1 Значение времени кривой обратно зависимой выдержки

| № п/п | Уставка обратно зависимой выдержки кривой характеристики перегрузки (ts) | | | | | |
|----------|--|---|---|---|---|---|
| | Время срабатывания задержки, соответствующее 2I _{r1} | | | | | Время срабатывания задержки, соответствующее 1.5I _{r1} |
| | Стандартная обратно зависимая выдержка Кривая 1 | Быстрая обратно зависимая выдержка Кривая 2 | Сверхбыстрая обратно зависимая выдержка Кривая общего назначения 3 | Кривая 4 защиты двигателя со сверхбыстрой обратно зависимой выдержкой по времени | Кривая 5 совместимости с плавким предохранителем высокого напряжения | Сверхбыстрая обратно зависимая выдержка 2 Кривая общего назначения 6 |
| 1 | 0,36 | 1,00 | 3,32 | 2,94 | 0,66 | 15 |
| 2 | 0,58 | 1,60 | 5,32 | 4,72 | 1,06 | 20 |
| 3 | 0,86 | 2,40 | 8,00 | 7,06 | 1,60 | 25 |
| 4 | 1,42 | 4,00 | 13,32 | 11,78 | 2,66 | 30 |
| 5 | 2,14 | 6,00 | 20,00 | 17,68 | 4,00 | 40 |
| 6 | 2,86 | 8,00 | 26,66 | 23,58 | 5,32 | 50 |
| 7 | 3,58 | 10,00 | 33,30 | 29,46 | 6,66 | 60 |
| 8 | 5,36 | 13,50 | 45,00 | 39,78 | 9,00 | 80 |
| 9 | 6,44 | 18,00 | 60,00 | 53,04 | 12,00 | 100 |
| 10 | 10,02 | 28,00 | 93,32 | 82,52 | 18,66 | 120 |
| 11 | 14,32 | 40,00 | 133 | 117 | 26,66 | 160 |
| 12 | 21,48 | 60,00 | 200 | 176 | 40,00 | 200 |
| 13 | 28,64 | 80,00 | 266 | 235 | 53,32 | 240 |
| 14 | 35,80 | 100 | 333 | 294 | 66,66 | 320 |
| 15 | 42,98 | 120 | 400 | 353 | 80,00 | 400 |
| 16 | 50,14 | 140 | 433 | 383 | 86,66 | 480 |

Примечание: каждая выбранная кривая защиты соответствует различным показателям времени задержки по времени;

4.6.2 Таблица соответствия между уставками времени короткой независимой выдержки, задержки ассиметричного

защиты заземления и задержки защиты от несбалансированного тока

| Уставка | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------|-----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Соответствующее время | OFF | 0,1 сек | 0,2 сек | 0,3 сек | 0,4 сек | 0,5 сек | 0,6 сек | 0,7 сек | 0,8 сек | 0,9 сек | 1,0 сек |

4.6.3 Таблица соответствия времени коэффициента обратно зависимой выдержки срабатывания защиты от асимметричного заземления

| Уставка | 0 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|-----------------------|-----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Соответствующее время | OFF | 1,5 сек | 2,0 сек | 2,5 сек | 3,0 сек | 3,5 сек | 4,0 сек | 4,5 сек | 5,0 сек | 5,5 сек | 6,0 сек |

4.7 Описание уставок тока защиты фазы N (адрес IN : 26H):

| Уставка | 0x00 | 0x01 |
|---------------------------------|------|------|
| Описание установочного значения | 50% | 100% |

4.8 Описание установочных значений скорости передачи данных в бодах (адрес BaudRate: 33H):

Диапазон BaudRate: [1,4]

| Уставка | 0x01 | 0x02 | 0x03 | 0x04 |
|---------------------------------|---------------|----------------|----------------|-----------------|
| Описание установочного значения | 9 600 бит/сек | 19 200 бит/сек | 38 400 бит/сек | 115 200 бит/сек |

Диапазон ComID: [1~256] 1 соответствует №0, 2 - №1, 3 - №2, n - №(n-1);

4.9 Определение функций типов системных переключателей (адрес SysSwitchFunc: 42H):

| Bit-0 | Bit-1 | Bit-2 | Bit-3 | Bit-4 | Bit-5 | Bit-6 | Bit-7 |
|--|--|---|------------------------------------|------------------------------------|---|------------------------------------|--|
| Системные часы RTC 0: вкл. 1: выкл. | Тепловая память с длительной выдержкой по времени 0: вкл. 1: выкл. | Тепловая память с краткой выдержкой по времени 0: вкл. 1: выкл. | Функция MCR 0: вкл. 1: выкл. | Функция OCR 0: вкл. 1: выкл. | Функция вольтметра 0: вкл. 1: выкл. | Функция ZSI 0: вкл. 1: выкл. | Функция двухстороннего питания ATSE 0: вкл. 1: выкл. |
| Bit-8 | Bit-9 | Bit-10 | Bit-11 | Bit-12 | Bit-13 | Bit-14 | Bit-15 |
| Обнуление счётчика срабатываний 0: обнулено 1: не обнулено | Обнуление степени износа контакта 0: обнулено 1: не обнулено | Обнуление журнала неисправностей 0: обнулено 1: не обнулено | Не определено | Не определено | Не определено | Не определено | Не определено |

4.10 Определение функций системных установок (адрес SysFunc : 43H):

| Bit-0 | Bit-1 | Bit-2 | Bit-3 | Bit-4 | Bit-5 | Bit-6 | Bit-7 |
|--|--|--|---|---|---|---|---|
| Тип контроллера 0: тип 2E 1: тип 2H | Полюса автоматического выключателя 0: 3 полюса 1: 4 полюса | Тип электросети: 0: 3 фазы, 3 линии 1: 3 фазы, 4 линии | Для распределения энергии или для двигателя 0: распределение энергии 1: двигатель | Способ мониторинга нагрузки 0: способ 1 1: способ 2 | Тип коммуникационного протокола 0: Modbus 1: Profibus | Выбор режима защиты заземления 0: режим ST 1: NFPA | Знак коэффициента мощности 0: плюс 1: минус |
| Bit-8 | Bit-9 | Bit-10 | Bit-11 | Bit-12 | Bit-13 | Bit-14 | Bit-15 |
| Количество срабатываний 0: ×1 1: ×10 | Класс напряжения 0: до 690 В 1: 1140 В | Не определено | Не определено | Не определено | Не определено | Не определено | Получение предварительной команды управления 0: не получена 1: получена |

Примечание: получение предварительной команды управления: предварительная команда удалённого управления смыканием и размыканием устройства, направляемая главным компьютером. Значение "0" означает, что "предварительная команда" не получена и "исполнительная команда" не выполняется; а значение "1" указывает, что "предварительная команда" получена и "исполнительная команда" выполняется. После успешного выполнения "исполнительной команды" значение автоматически обнуляется. Если в течение 1 минуты после получения "предварительной команды" устройство не получает "исполнительную команду", метка "предварительной команды" автоматически обнуляется;

4.11 Определение выходов вспомогательных контактов (адреса DO1~DO4 : 44H~47H):

| Уставка | Определение уставок для типа 2H | Определение уставок для типа 3ВН | Уставка | Определение уставок для типа 2H | Определение уставок для типа 3ВН |
|---------|---|---|---------|---------------------------------|----------------------------------|
| 0x00 | Не определено | Не определено | 0x09 | Сигнал самодиагностики | Сигнал самодиагностики |
| 0x01 | Неисправность с мгновенным срабатыванием защиты | Неисправность с мгновенным срабатыванием защиты | 0x0a | Сигнал неисправности | Сигнал неисправности |
| 0x02 | Утечка на землю | Утечка на землю | 0x0b | Удалённое размыкание | Недостаточное напряжение |
| 0x03 | Дисбаланс I | Дисбаланс I | 0x0c | Удалённое смыкание | Превышение напряжения |
| 0x04 | Неисправность с короткой задержкой | Неисправность с короткой задержкой | 0x0d | | Дисбаланс U |

| | | | | | |
|------|--------------------------------------|--------------------------------------|------|--|----------------------|
| 0x05 | Неисправность с длительной задержкой | Неисправность с длительной задержкой | 0x0e | | Пониженная частота |
| 0x06 | Аварийное отключение: | Аварийное отключение: | 0x0f | | Повышение частоты |
| 0x07 | Сигнал нагрузки I | Сигнал нагрузки I | 0x10 | | Удалённое размыкание |
| 0x08 | Сигнал нагрузки II | Сигнал нагрузки II | 0x11 | | Удалённое смыкание |

4.12 Примечания к выбору типа защиты заземления или защиты от утечки тока (адрес If_select : 49H):

| | | | |
|---------------------------------|--|---|-----------------------|
| Уставка | 0x00 | 0x01 | 0x02 |
| Описание установочного значения | Защитное заземление (тип разности - T) | Защита заземления (тип заземляющего тока - W) | Защита от утечки тока |

4.13 Определение типов кривой защиты от перегрузки с зависимой выдержкой времени (адрес CL : 4AH):

| | |
|---------|--|
| Уставка | Описание уставок (типов соответствующих кривых) |
| 00H | Кривая 1 Стандартная обратно зависимая выдержка SI |
| 01H | Кривая 2 Быстрая обратно зависимая выдержка VI |
| 02H | Кривая 3 Сверхбыстрая обратно зависимая выдержка (общего назначения) EI(G) |
| 03H | Кривая 4 Сверхбыстрая обратно зависимая выдержка (защита двигателя) EI(M) |
| 04H | Кривая 5 Совместимость с плавким предохранителем высокого напряжения HV |
| 05H | Кривая 6 Сверхбыстрая обратно зависимая выдержка 2 (общего назначения) I2t |

4.14 Описание уставок номинального тока различных автоматических выключателей рамочного типа (адрес In_Set : 4BH):

| | | | | | | | |
|---------------------------------|--------------|------|------|------|------|------|------|
| Уставка | 0x00 | 0x01 | 0x02 | 0x03 | 0x04 | 0x05 | 0x06 |
| Описание установочного значения | Рама I (CT1) | 250A | 400A | 630A | 800A | \ | \ |
| | Рама I (CT2) | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 1900 | 2000 |
| | Рама II | 2000 | 2500 | 2900 | 3150 | 3200 | 3900 |
| | Рама III | 4000 | 4900 | 5000 | 5900 | 6300 | \ |

4.15 Описание классов рам (адрес FrameSelect : 4CH):

| | | | | |
|---------------------------------|--------------|--------------|---------|----------|
| Уставка | 0x00 | 0x01 | 0x02 | 0x03 |
| Описание установочного значения | Рама I (CT1) | Рама I (CT2) | Рама II | Рама III |

4.16 Описание моделей автоматического выключателя (адрес RelayType : 4DH):

| | | | | | | | | | |
|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|
| Уставка | 0x00 | 0x01 | 0x02 | 0x03 | 0x04 | 0x05 | 0x06 | 0x07 | 0x08 |
| Описание установочного значения | DW40 | DW45 | DW48 | DW15 | DW17 | DW18 | DW914 | DW30 | DW19 |

4.17 Команды удалённого смыкания/размыкания (адреса Ctrl_order~ Pre_Ctrl_order : 4EH~4FH):

| | | |
|---------------------------------|------------|----------|
| Уставка | 0x FF00 | 0x00FF |
| Описание установочного значения | Разомкнуто | Сомкнуто |

Примечания к удалённому смыканию/размыканию устройства:

(1) Команды удалённого смыкания/размыкания могут передаваться только посредством функции 06H. Для получения отклика сначала необходимо отправить "предварительную команду", а затем "исполнительную";

(2) При получении контроллером сигнала "предварительной команды" для находящегося в 15-м разряде "бита получения предварительной команды управления" в SysFunc (адрес - 43H) устанавливается значение "1";

(3) Сигнал "исполнительной команды" должен быть отправлен в течение 1 минуты после отправки сигнала "предварительной команды". В противном случае сигнал предварительной команды будет автоматически обнулён.

(4) Если "исполнительная" и "предварительная" команды не совпадают, сигнал "исполнительной команды" не имеет эффекта, а сигнал "предварительной команды" автоматически обнуляется.

Например: сначала подаётся предварительная команда размыкания 0xFF00, а за ней исполнительная команда смыкания - 0x00FF;

(5) Если обе команды совпадают, контроллер даёт отклик на сигнал "исполнительной команды", а сигнал "предварительной команды" автоматически обнуляется. Система переходит к следующему циклу управления.

4.18 Команды управления с клавиатуры (адрес Key_Ctrl : 50H):

| Уставка | Определение уставок для типа 2H | Определение уставок для типа 3BH |
|---------|--|--|
| 0x00 | Не выполняются никакие действия | Не выполняются никакие действия |
| 0x01 | Выполняется действие клавиши "Функции" | Выполняется действие клавиши "Аварийная остановка или сброс" |
| 0x02 | Выполняется действие клавиши "Стрелка вверх" | Выполняется действие клавиши "Стрелка вверх" |
| 0x03 | Выполняется действие клавиши "Стрелка вниз" | Выполняется действие клавиши "Стрелка вниз" |
| 0x04 | Выполняется действие клавиши "Enter" | Выполняется действие клавиши "Выбор" |
| 0x05 | Выполняется действие клавиши "Отмена" | Выполняется действие клавиши "Выход" |