

Синхроноскоп тип: SMV-1b



Руководство по эксплуатации

Предприятие KARED сохраняет за собой право вносить изменения в свои продукты для улучшения их технических характеристик. Эти изменения не всегда могут своевременно отображаться в документации.

Марки и названия продуктов, перечисленные в настоящем руководстве, являются товарными знаками или зарегистрированными товарными знаками, соответственно принадлежащими их владельцам.

Наш адрес:

PUP **KARED** Sp. z o.o

80-180 Kowale k. Gdańska, ul. Kwiatowa 3/1

телефон: +48-58-322 82 31

факс: +48-58-324 86 46

email: kared@kared.com.pl

www: <http://www.kared.com.pl/>

Copyright 2006 by PUP Kared. Все права защищены.



Содержание

| | |
|---|----|
| 1. Значение руководства по эксплуатации..... | 5 |
| 2. Информация о соответствии..... | 6 |
| 3. Применение устройства SMV-1b..... | 6 |
| 4. Правила безопасности..... | 8 |
| 4.1. Монтаж устройства | 8 |
| 4.2. Включение устройства..... | 8 |
| 4.3. Эксплуатация устройства..... | 8 |
| 4.4. Открытие корпуса..... | 8 |
| 4.5. Обслуживание..... | 9 |
| 4.6. Модификации и изменения..... | 9 |
| 4.7. Помехи..... | 9 |
| 4.8. Таблички номинальных данных, информационные таблички и наклейки..... | 9 |
| 4.9. Символы..... | 10 |
| 5. Техническое описание..... | 10 |
| 5.1. Общее описание..... | 10 |
| 6. Технические характеристики..... | 12 |
| 6.1. Климатические условия..... | 12 |
| 6.2. Данные о комплектации..... | 12 |
| 6.3. Характеристика питания..... | 12 |
| 6.4. Общая характеристика входов..... | 12 |
| 6.5. Данные измерительных входов..... | 12 |
| 6.6. Данные дискретных входов..... | 13 |
| 6.7. Характеристика выходов..... | 13 |
| 7. Монтаж..... | 14 |
| 8. Обслуживание..... | 18 |
| 8.1. Текущее обслуживание..... | 18 |
| 8.2. Ручное считывание настроек..... | 18 |
| 9. Алгоритм SMV-1b..... | 18 |
| 9.1. Используемые символы..... | 18 |
| 9.1. Используемые символы..... | 18 |
| 9.2. Настройки..... | 19 |
| 9.3. Определения..... | 20 |
| 9.4. Алгоритм работы устройства SMV-1b..... | 20 |
| 10. Коммуникация по последовательному порту..... | 24 |
| 10.1. Основная информация..... | 24 |

| | |
|--|----|
| 10.2. Скорость передачи..... | 25 |
| 10.3. Бит четности..... | 26 |
| 10.4. Протокол..... | 27 |
| 10.5. Информация, доступная на асинхронном интерфейсе..... | 27 |
| 10.6. Считывание настроек..... | 31 |
| 10.7. Запись настроек..... | 31 |
| 10.8. Запись адреса slave..... | 32 |
| 10.9. Считывание информации | 32 |
| 11. Калибровка..... | 36 |
| 11.1. Калибровка без использования компьютера РС..... | 36 |
| 11.2. Калибровка с помощью команд, выдаваемых с компьютера РС..... | 36 |
| 12. Упаковка, хранение и транспортировка..... | 37 |
| 13. Утилизация..... | 37 |
| 14. Гарантия и сервисное обслуживание..... | 37 |
| 15. Способ заказа..... | 37 |

1. Значение руководства по эксплуатации

При возникновении сомнений в правильности интерпретации настоящего руководства следует обязательно обратиться за пояснениями к производителю.

Мы будем благодарны Вам за любые предложения, мнения и критические замечания. Просим передавать их устно или в письменной форме. Это поможет нам сделать руководство еще проще в использовании, а также учесть пожелания и требования пользователей.

Для этого необходимо внимательно прочитать, понять и соблюдать руководство по эксплуатации, а особенно рекомендации по безопасности.

В руководстве используются единицы физических параметров и их способ записи в соответствии с распоряжением Министра Экономики, Труда и Социальной Политики от 12 мая 2003 г. по вопросам легальных единиц измерения (Сб. Зак. № 103, поз. 954). Единицы, которые не регулируются данным распоряжением (в особенности, касающиеся количества информации и скорости передачи), используются согл. рекомендаций National Institute of Standards and Technology (<http://physics.nist.gov/cuu/Units/index.html>).

2. Информация о соответствии

Устройство, являющееся предметом настоящего руководства по эксплуатации, предназначено для применения в промышленных условиях. При проектировании и производстве настоящего устройства применены такие нормы, соответствие которым обеспечивает выполнение необходимых правил и мер по безопасности, при условии соблюдения пользователем приведенных ниже рекомендаций по монтажу и запуску, а также введению в эксплуатацию.



SMV-1b является устройством класса А. В жилой среде оно может вызывать радиоэлектрические помехи. В таких случаях можно потребовать, чтобы его пользователь принял соответствующие предупредительные меры.

Устройство соответствует положениям директив ЕС:

- по низковольтному оборудованию 73/23/EEG – введена Распоряжением Министра Экономики, Труда и Социальной Политики от 12.03.2003 г. (Сб. Зак. № 49, поз. 414) и
- по электромагнитной совместимости 89/336/EEG – введена Распоряжением Министра Инфраструктуры от 02.04.2003 г. (Сб. Зак. № 90, поз. 848).

Соответствие директивам подтверждена испытаниями, проведенными независимыми от производителя измерительными и испытательными лабораториями.

Устройство SMV-1b отвечает основным требованиям, определенным в директивах по низковольтному оборудованию и электромагнитной совместимости, соответствуя ниже приведенным стандартам:

Стандарт приведенный в соответствии с директивой 73/23/EEG

- **PN-EN 61010-1:2004** Требования к безопасности электрооборудования для проведения измерений, управления и лабораторного использования. Общие требования.

Стандарты приведенные в соответствии с директивой 89/336/EEG

- **PN-EN 61000-6-2:2003** - Электромагнитная совместимость (EMC) – часть 6-2: Общие стандарты. Невосприимчивость к промышленной окружающей среде.
- **PN-EN 61000-6-4:2004** - Электромагнитная совместимость (EMC) – часть 6-4: Общие стандарты. Невосприимчивость к промышленной окружающей среде.

3. Применение устройства SMV-1b

Микропроцессорное устройство SMV-1b предназначено для контроля процесса соединения электроэнергетических объектов переменного тока, включаемых в параллельную работу, а в результате встроенного „синхронизатора с постоянным углом опережения” оно предотвращает срабатывание выключателя с чрезмерными токовыми ударами. Может использоваться

в качестве резервного устройства при ручной или автоматической синхронизации. Разрешает соединение, если одновременно выполнены установленные условия соединения: по напряжению, частоте и фазе (разница фаз помещается в установленном угловом секторе и абсолютное значение разницы фаз уменьшается или почти постоянное). Выполнение этих условий сигнализируется с помощью желтого индикатора "0".

SMV-1b генерирует разрешающий сигнал, если сигнал START появится во время свечения индикатора "0". Вид передней панели устройства представлен на рисунке 1.



Рис. 1. Вид передней панели устройства SMV-1b

Устройство показывает разницу напряжений и частоты синхронизируемых объектов в цифровом виде с помощью индикатора LED, а также разницу фаз в виде светящейся дуги с постепенно изменяющейся яркостью ("комета"). "Комета" вращается по кругу диаметром прибл. 100 мм, что обеспечивает хорошую видимость показаний с большого расстояния. Голова "комета" показывает актуальную разницу фаз, а "хвост кометы" позволяет определить направление вращения вектора разницы напряжений. Если частота напряжения U2 (генератора) больше частоты напряжения U1 (сети), то "комета" перемещается по кругу по часовой стрелке. Если частота напряжения U2 меньше частоты напряжения U1 (сети), то "комета" перемещается по кругу против часовой стрелке. Презентация разницы фаз в виде


вращающейся "кометы" дает очень понятный образ актуальной фазы и направления вращения как для очень малых, так и для очень больших скоростей вращения вектора разницы напряжений синхронизируемых объектов.

4. Правила безопасности

Находящаяся в этом разделе информация служит для ознакомления пользователя с правильным монтажом и обслуживанием устройства. Предполагается, что персонал, устанавливающий, запускающий и эксплуатирующий устройство, имеет соответствующие квалификации и ознакомлен с потенциальными опасностями, связанными с работой на электрическом оборудовании.

Устройство соответствует требованиям действующих правил и норм в области безопасности. При его проектировании особое внимание уделялось безопасности пользователей.

4.1. Монтаж устройства


| | |
|---|--|
|  | <p>Внимание!</p> <p>Перед использованием или монтажом устройства следует внимательно ознакомиться с содержанием данного руководства.</p> |
|---|--|

Устройство следует установить в соответствии с разделом 7. *Монтаж.*


4.2. Включение устройства

После установки SMV-1b следует произвести запуск устройства в соответствии с общепринятыми правилами для предохранительных устройств, автоматики и управления. Особое внимание следует обратить на соединения с трансформаторами напряжения, особенно на то, чтобы измерительные напряжения имели согласованные фазы.

4.3. Эксплуатация устройства.

| | |
|---|--|
|  | <p>Устройство должно работать в условиях, которые определены в технических параметрах.</p> <p>Обслуживающий устройство персонал должен иметь допуски и быть ознакомлен с руководством по эксплуатации.</p> |
|---|--|

4.4. Открытие корпуса

| | |
|---|--|
|  | <p>Перед выполнением каких-либо работ, связанных с необходимостью открытия корпуса, обязательно следует отключить любое напряжение, а затем отключить устройство от внешних цепей, отсоединяя все разъемы.</p> |
|---|--|

Использованные компоненты чувствительны к электростатическим разрядам, поэтому открытие устройства без специального антиэлектростатического оснащения может привести к его повреждению.

4.5. Обслуживание

После установки устройство не требует дополнительного обслуживания. При обнаружении неисправности следует обратиться к дистрибьютору, у которого было приобретено устройство.

Дистрибьютор, в сотрудничестве с производителем, оказывает гарантийные и послегарантийные сервисные услуги. Гарантийные условия представлены в гарантийном талоне.

4.6. Модификации и изменения

С учетом безопасности, любые модификации и изменения функций устройства, к которому относится настоящее руководство, недопустимы. Модификации устройства, на которые производитель не дал письменного согласия, приводят к утрате силы любых претензий и ответственности фирмы PUP Kared.

4.7. Помехи

В случае обнаружения дефектной работы устройства следует незамедлительно проинформировать об этом управляющего объектом и дистрибьютора.

Ремонты могут производиться исключительно лицами, имеющими авторизацию производителя.

4.8. Таблички номинальных данных, информационные таблички и наклейки

Обязательно следует соблюдать указания, приведенные в форме описаний на устройстве, информационных табличках и наклейках, а также содержать их в состоянии, обеспечивающим хорошую разборчивость. Таблички и наклейки, которые были повреждены или стали неразборчивыми, следует заменить.



Rys. 2. Образец таблички номинальных данных

4.9. Символы



Устройство защищено двойной или усиленной изоляцией.



Постоянный ток



Символ, указывающий на селективное соби́рание электрического и электронного оборудования.

5. Техническое описание

5.1. Общее описание

Устройство SMV-1b оснащено последовательным интерфейсом RS485, гальванически изолированным, предназначенным для связи с компьютером PC или вышестоящей системой управления. Опционально, вместо интерфейса RS485 устройство может оснащаться интерфейсом RS232 или оптоволоконным интерфейсом.

На передней панели размещаются сигнализационные лампочки, которые позволяют определить состояния дискретных входов ST и BL, и наличие напряжения на входах U1 на линии L1 и U2 на линии L2, а также указывают на активность коммуникации на последовательном интерфейсе – диоды LED Rx и Tx.

С помощью кнопок "светлое солнышко" (P2) и "темное солнышко" (P1) существует возможность ручного регулирования яркости свечения индикаторов LED для регулировки контраста в зависимости от внешних условий освещенности. С помощью кнопки „F” (P3) можно произвести считывание основным параметров настроек.

Таблица 1. Кнопки управления на передней панели

| | | |
|----|--|------------------|
| P1 | притемнение показаний индикаторов LED, увеличение значения параметра | Темное солнышко |
| P2 | разъяснение показаний индикаторов LED, уменьшение значения параметра | Светлое солнышко |
| P3 | считывание настроек | F |

Под индикаторами LED размещены два мини барграфа.

Мини барграф 1. Размещен под индикатором ΔU . В центральной части он состоит из зеленых светодиодов, а по краям - из красных. Сегменты справа от оси симметрии барграфа

светятся тогда, когда разница напряжений $\Delta U = U_2 - U_1 > 0$ (положительное значение), а слева от оси, когда $\Delta U < 0$ (отрицательное значение). Если абсолютное значение разницы напряжения меньше допустимого (U_{rd} или U_{rg} - смотрите настройки, таблица 10), то светятся два соответствующих зеленых диода, а если значение больше допустимого, то соответствующий красный диод.

Мини барграф 2. Размещен под индикатором ΔF . Подобно как и барграф 1, в центральной части он состоит из зеленых светодиодов, а по краям - из красных. Правая часть барграфа светится, если разница частоты

$$\Delta F = f_2 - f_1 > 0$$

где: f_1 – частота напряжения U_1 (сети),

f_2 – частота напряжения U_2 (генератора)

а левая часть, если $\Delta F = f_2 - f_1 < 0$.

Если абсолютное значение разницы частоты ΔF меньше установленного допустимого значения (f_{rd} или f_{rg} - смотрите настройки, таблица 10), то светится соответствующий зеленый сектор, а если значение больше допустимого, то соответствующий красный сектор.

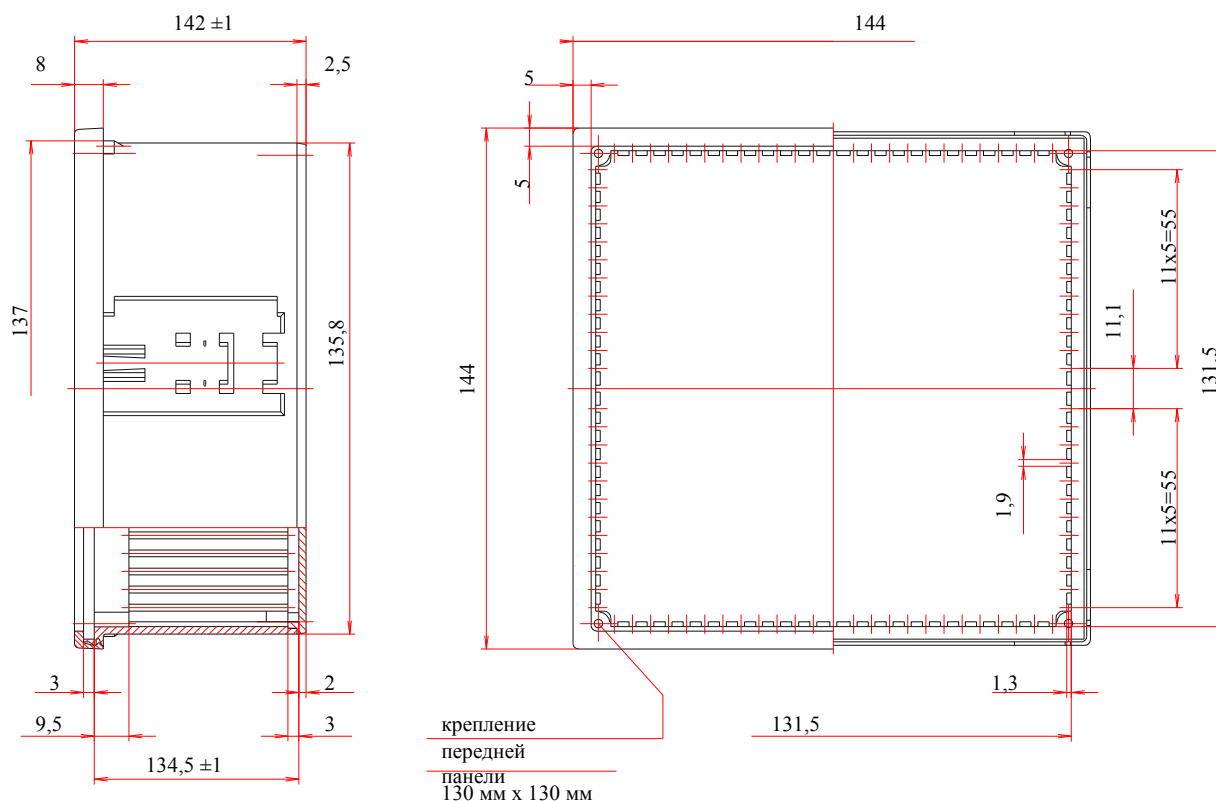


Рис. 1. Размеры корпуса

6. Технические характеристики

6.1. Климатические условия

Устройство SMV-1b должно работать в условиях, обеспечивающих 2 степень загрязнения. Температура окружения должна находиться в пределе от 0 °С до 40 °С. Относительная влажность не должна превышать 90%.

6.2. Данные о комплектации

Производитель поставляет устройство в следующей комплектации:

- устройство SMV-1b,
- комплект разъемов,
- программное обеспечение для введения настроек по интерфейсу RS485,
- документация,
- гарантия.

6.3. Характеристика питания

Таблица 1. Параметры питания

| | |
|---|-------------------------|
| Номинальное напряжение питания | 220 В DC |
| Допустимый диапазон напряжения питания: | от 100 В DC до 250 В DC |
| Максимальная потребляемая мощность | 15 Вт |

6.4. Общая характеристика входов

Устройство SMV-1b имеет 2 аналоговых входа и 2 дискретных входа. Дискретные входы двухклеммные и гальванически изолированы от остальной электроники и друг от друга. Аналоговые входы - это двухклеммные дифференциальные входы.

6.5. Данные измерительных входов

Таблица 2. Параметры измерительных входов

| | |
|---|----------------------|
| Измерительная категория (в соответствии со стандартом PN-EN 61010-1:2004) | III |
| Кол-во входов | 2 |
| Номинальное измерительное напряжение | 100 В rms |
| Номинальное напряжение изоляции | 230 В AC |
| Гальваническая изоляция вход – питание, вход – выход, вход – RS485 | 2,5 кВ, 50 Гц, 1 мин |
| Частота выборки | 2,5 кГц |
| Разрешающая способность | 10 бит |
| Измерительный диапазон аналогово-цифровых конвертеров (минимум) | ±220 В DC |

| | |
|---|---|
| Максимальное постоянное неразрушающее измерительное напряжение | 330 В rms |
| Максимальное мгновенное напряжение между любыми двумя из четырех клемм измерительных входов для линейного диапазона входных цепей | ±420 В |
| Сопротивление импульсу напряжения, поданному между любой парой измерительных входных клемм | 1 кВ 1,2 / 50 мксек (согласно PN-EN-61000-4-5) |
| Потеря мощности при номинальном измерительном напряжении | < 0,1 Вт |
| Ошибка измерения эффективного значения напряжения (0 °С < Т < 40 °С) | < ±2 % Un |
| Ошибка измерения фазового угла (0 °С < Т < 40 °С) | < ±2° |
| Ошибка измерения частоты (0 °С < Т < 40 °С) | < ±0,01 Гц |

6.6. Данные дискретных входов

Таблица 3. Параметры дискретных входов

| | |
|--|------------------------|
| Кол-во входов | 2 |
| Гальваническая изоляция вход – питание, вход – выход, вход – RS485 | 2,5 кВ, 50 Гц, 1 мин |
| Номинальное напряжение *) | 220 В DC |
| Максимальное постоянное неразрушающее напряжение | ± 400 В DC |
| Сопротивление импульсу напряжения, поданному между клеммами дискретного входа (согласно PN-EN-61000-4-5) | 1 кВТ 1,2/50 мксек |
| Потеря мощности при номинальном напряжении | < 0,3 Вт |
| Напряжение переключения**) | от 80 В DC до 176 В DC |

*) По заказу доставляется устройство, рассчитанное на другие значения напряжения питания и вспомогательные напряжения напр. 12 В, 24 В, 48 В, 110 В.

***) Порог переключения входа ST выше порога переключения входа BL.

6.7. Характеристика выходов

Таблица 4. Контактные выходы

| | |
|--|---------------------|
| Номинальное напряжение | 220 В DC |
| Допустимое значение напряжения: | 250В DC |
| Допустимое значение силы постоянного тока | 1 А |
| Допустимое значение силы мгновенного тока (до 2 сек) | 4 А |
| Допустимое значение силы тока расцепления | 0,4 А DC или 8 А AC |

7. Монтаж



Перед первым включением питания или подачей напряжения на входные клеммы, устройство должно находиться как минимум три часа в помещении, в котором оно будет установлено, для выравнивания температур и предотвращения конденсации влаги.

Устройство должно быть правильно закреплено, защищено от механических повреждений и от случайного доступа посторонних лиц. Устройство приспособлено для монтажа на панели в распределительных устройствах. Его следует устанавливать в помещении недоступном для посторонних лиц, обеспечивающем вторую степень защиты от загрязнения. Устройство следует подключить в соответствии с электрической схемой, представленной на рисунке 6, а также в соответствии с таблицами 5 и 6. Внешние подключения выполняются с помощью размыкаемых разъемов фирмы PHOENIX CONTACT. Для подключения устройства рекомендуется использовать провода типа LY сечением от 0,5 мм² до 1,5 мм². При использовании многожильных проводов, на их концы следует устанавливать изолированные концевые втулки.

Монтаж устройства должен производиться исключительно лицами, обладающими соответствующими допусками для проведения работ на электрических сетях.

Электрический монтаж должен производиться так, чтобы обеспечить безопасную работу при номинальных напряжениях, указанных в таблицах: 2, 3, 4, 5.

Перед установкой следует убедиться, что цепи, к которым будет подключено устройство, отключены от питания, а также отсутствует опасное напряжение на измерительных и управляющих проводах.

Провода следует довести до разъемов, входящих в комплект поставки, а затем вставить эти разъемы в соответствующие гнезда устройства.

Перед установкой устройства следует убедиться, что оно имеет соответствующую конфигурацию. Особенно, вписан ли адрес slave последовательной шины. Если устройство не будет работать в коммуникационной системе, рекомендуется также произвести соответствующую настройку перед установкой устройства.

В базовой версии на интерфейсе RS485 подключены только контакты 1, 2 и 3 разъема I. По желанию пользователя возможна установка дополнительных разъемов интерфейса RS485 или замена этого интерфейса разъемом стандарта RS232C или оптоволоконными разъемами. На рисунке 5 представлены все предлагаемые коммуникационные разъемы.

Таблица 5. Разъем I

| № контакта | символ | описание |
|-------------------|---------------|--|
| 1 | SG | сигнальная масса интерфейса RS485 |
| 2 | D1 | линия интерфейса RS485 (D1 согл. MODBUS, B согл. TIA/EIA-485) |
| 3 | D0 | линия интерфейса RS485 (D0 согл. MODBUS, A согл. TIA/EIA-485) |
| 4 | | не подключен |
| 5 | Z1-1 | контакты подключающего разъема Z1 |
| 6 | Z1-2 | |
| 7 | Z2-1 | контакты подключающего разъема Z2 |
| 8 | Z2-2 | |

Таблица 6. Разъем II

| № контакта | символ | описание |
|-------------------|---------------|--|
| 9 | U1 | вход измерительного напряжения U1 линии L1 |
| 10 | N1 | вход соотнесения измерительного напряжения U1 линии L1 |
| 11 | U2 | вход измерительного напряжения U2 линии L2 |
| 12 | N2 | вход соотнесения измерительного напряжения U2 линии L2 |
| 13 | BL+ | вход сигнала блокады - положительный контакт |
| 14 | BL- | вход сигнала блокады - отрицательный контакт |
| 15 | ST+ | вход сигнала ST - положительный контакт |
| 16 | ST- | вход сигнала ST - отрицательный контакт |
| 17 | ZAS-1 | контакт питания - положительный контакт |
| 18 | ZAS-2 | контакт питания - отрицательный контакт |

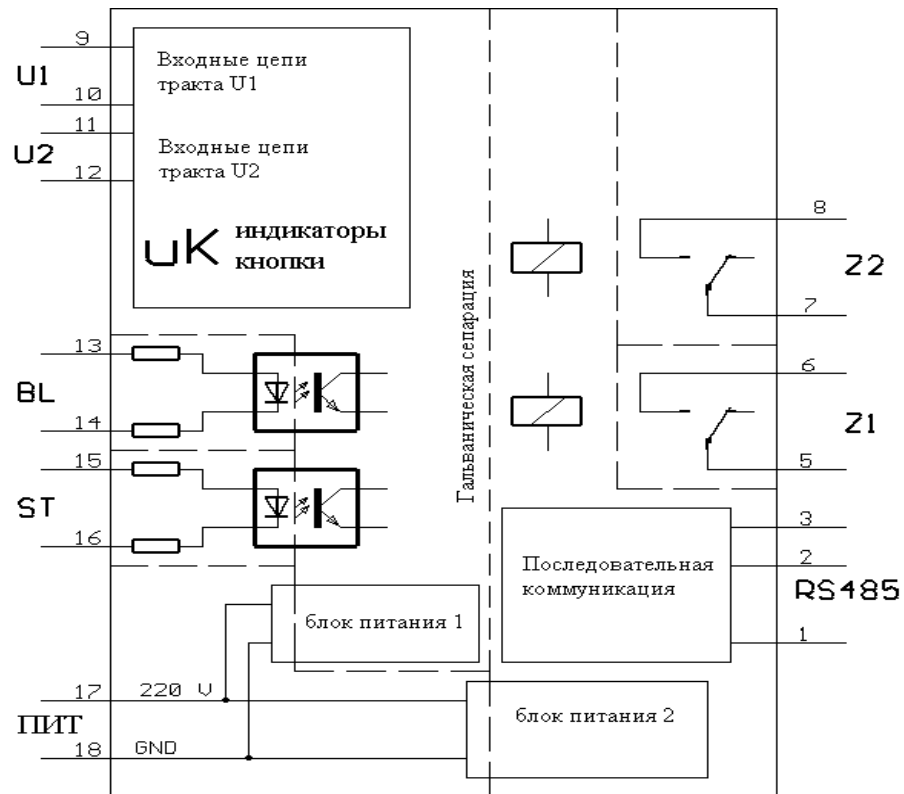


Рис. 1. Блок-схема

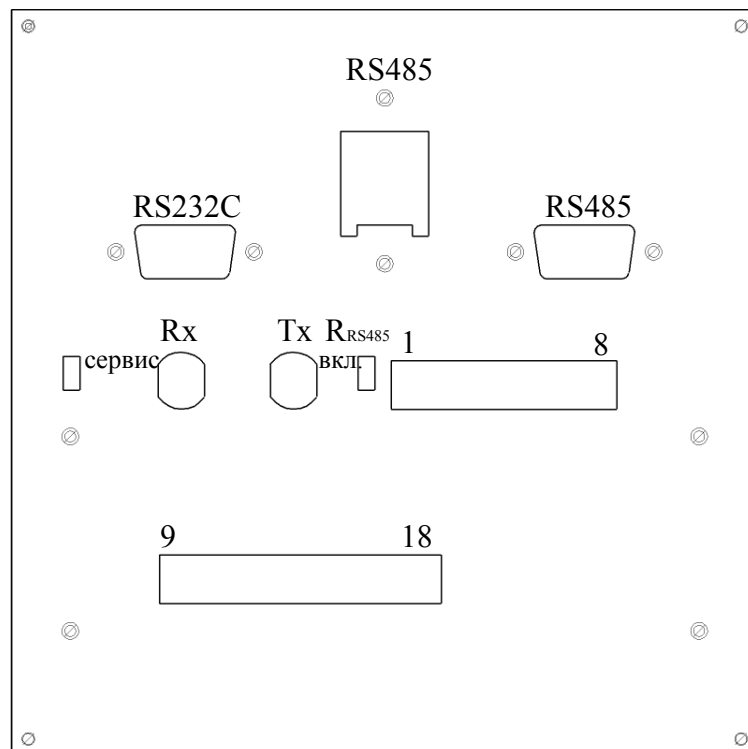


Рис. 2. Размещение разъемов

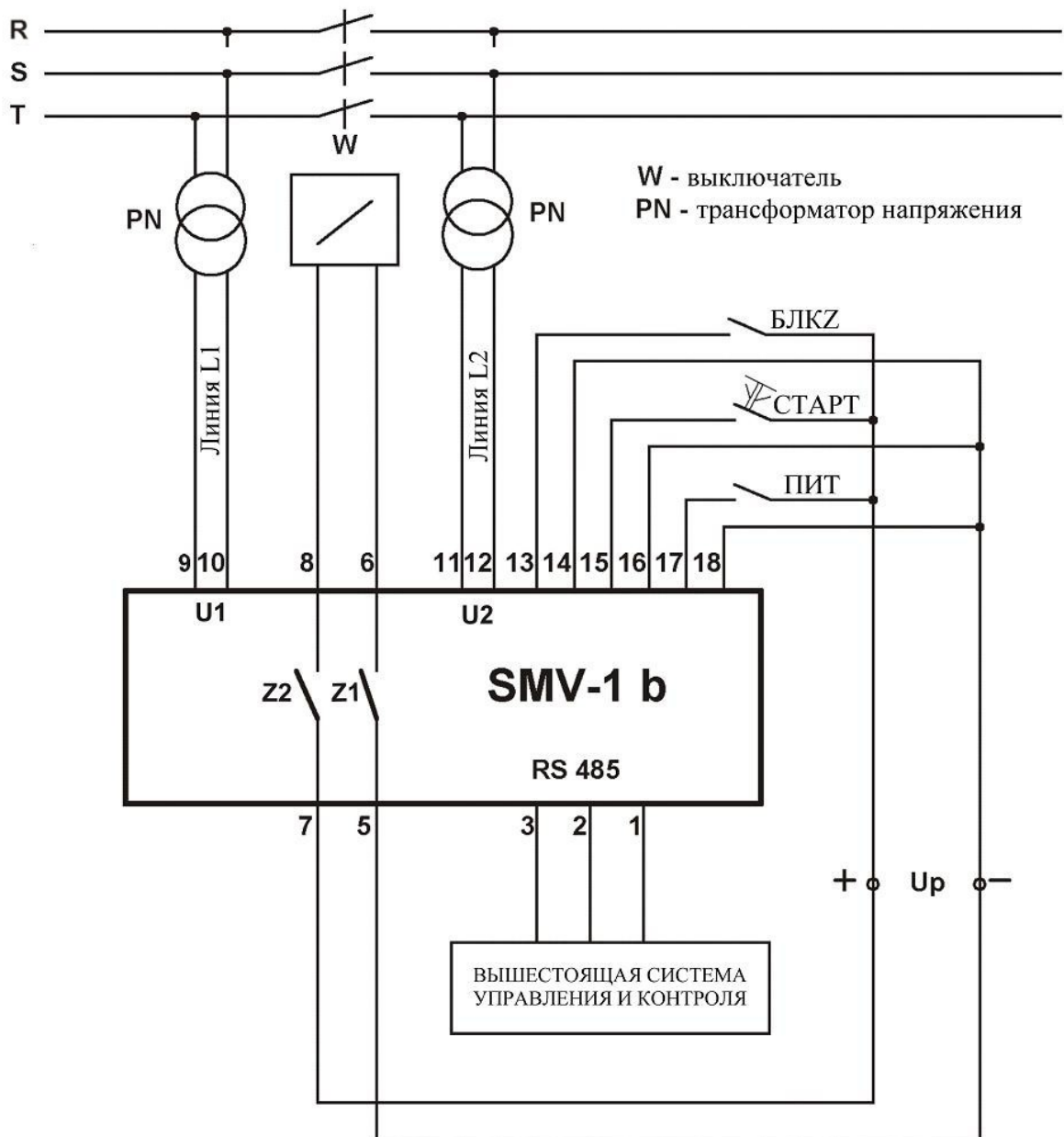


Рис. 3. Упрощенная схема соединения устройства SMV-1b с внешними цепями

8. Обслуживание

8.1. Текущее обслуживание

Текущее обслуживание устройства заключается в подключении питания. По истечении не более 1 сек устройство самостоятельно начнет работу. Если устройство подключено к системе управления, с помощью нее можно считывать разную информацию и изменять настройки. Подробности описаны в разделе 1.1.1. 10. *Коммуникация по последовательному порту* (стр. 24).

С помощью кнопок P1 (темное солнышко) и P2 (светлое солнышко) обслуживающий персонал может отрегулировать яркость свечения индикаторов, чтобы подобрать их яркость к условиям окружения.

Устройство SMV-1b программируется производителем в соответствии с пожеланием заказчика. Пользователь может изменить настройки с помощью интерфейса RS и компьютера PC и программного обеспечения, поставляемого производителем.

8.2. Ручное считывание настроек

С помощью кнопки „F” можно произвести просмотр основных настроек, введенных в устройства SMV-01b.

1. После первого нажатия „F” на верхнем индикаторе („ΔU”) отображается символ „Pro” (программа), а на нижнем индикаторе („ΔF”) - версия программного обеспечения.
2. Следующее нажатие „F” вызовет отображение на верхнем индикаторе адреса ячейки первой настройки из списка настроек, а на нижнем индикаторе - значение настройки.
3. Очередные нажатия „F” позволяют просмотреть все настройки. После прокрутки всего списка настроек, нажатие „F” отображает настройки сначала.
4. Через прибл. 5 секунд от последнего нажатия кнопки „F” отображения настроек прекращается, а на индикаторах отображаются текущие значения ΔU и ΔF.

9. Алгоритм SMV-1b

9.1. Используемые символы

Таблица 1. Символы используемые в алгоритме

| символ | описание | формула |
|---------------|---|----------------|
| dU | текущее значение разницы напряжений | $U_2 - U_1$ |
| dfr | текущая разница частоты | $f_2 - f_1$ |
| dfi | текущая разница фаз (с учетом пропадания) | $fi_2 - fi_1$ |
| f1 | частота напряжения U1 | |
| f2 | частота напряжения U2 | |

| | | |
|----|--|--|
| U1 | эффективное напряжение U1 (подаваемое по линии L1) | |
| U2 | эффективное напряжение U2 (подаваемое по линии L2) | |

9.2. Настройки

В таблице, как и в целом тексте, настройки записаны **жирным** шрифтом (в отличии от напр. измеряемых и расчетных значений).

Внимание: Настройки отображаются в единицах, представленных в 4-том столбце ниже-приведенной таблицы 9.

Таблица 2. Настройки устройства

| Адрес | Параметр | Симв. | Ед. изм. | Диапазон | | Значение по умолчанию | Дискр. |
|-------|---|-------|----------|----------|------|-----------------------|--------|
| | | | | Мин | Макс | | |
| - | Адрес slave1 | - | - | 1 | 247* | 254 | - |
| 6 | Блокада включения при слишком малом напряжении U1 на линии L1 | U1d | % Un | 0 | 100 | 80 | 1 |
| 7 | Блокада включения при слишком малом напряжении U2 на линии L2 | U2d | % Un | 0 | 100 | 80 | 1 |
| 8 | Допустимая нижняя разница напряжений U2 - U1 | Urd | % Un | -50 | +50 | -5 | 1 |
| 9 | Допустимая верхняя разница напряжений U2 - U1 | Urg | % Un | -50 | +50 | +5 | 1 |
| 10 | Разница частоты при синхронизации “снизу” (когда $f1 > f2$) | frd | мГц | 0 | 999 | 300 | 1 |
| 11 | Разница частоты при синхронизации “сверху” (когда $f1 < f2$) | frg | мГц | 0 | 999 | 300 | 1 |
| 12 | Разница частоты для синхронной работы | fss | мГц | 0 | 200 | 30 | 1 |
| 13 | Компенсация постоянного фазового сдвига | fi0 | ° | -75 | +75 | 0 | 1 |
| 14 | Граничное значение угла для уменьшающегося абсолютного значения разницы фаз и синхронной работы | fi1 | ° | 0 | +60 | 15 | 1 |
| 15 | <i>резерв</i> | - | - | - | - | - | - |
| 16 | <i>резерв</i> | - | - | - | - | - | - |
| 17 | Собственное время закрытия выключателя | tw | мс | 20 | 320 | 100 | 1 |
| 18 | Увеличение продолжительности выходного сигнала | tp | мс | 0 | 990 | 50 | 10 |
| 19 | <i>резерв</i> | - | - | - | - | - | - |
| 20 | Нижнее значение напряжения U1 линии L1 | Ud1 | % Un | 80 | 120 | 90 | 1 |
| 21 | Верхнее значение напряжения U1 линии L1 | Ug1 | % Un | 80 | 120 | 110 | 1 |
| 22 | Нижнее значение частоты напряжения U1 | fd1 | Гц | 47,5 | 52,5 | 49,5 | 0,1 |
| 23 | Верхнее значение частоты напряжения U1 | fg1 | Гц | 47,5 | 52,5 | 50,5 | 0,1 |
| 24 | Нижнее значение напряжения U2 линии L2 | Ud2 | % Un | 80 | 120 | 90 | 1 |
| 25 | Верхнее значение напряжения U2 линии L2 | Ug2 | % Un | 80 | 120 | 110 | 1 |
| 26 | Нижнее значение частоты напряжения U2 | fd2 | Гц | 47,5 | 52,5 | 49,5 | 0,1 |
| 27 | Верхнее значение частоты напряжения U2 | fg2 | Гц | 47,5 | 52,5 | 50,5 | 0,1 |
| 28 | <i>резерв</i> | - | - | - | - | - | - |
| 29 | <i>резерв</i> | - | - | - | - | - | - |
| 30 | <i>резерв</i> | - | - | - | - | - | - |
| 31 | <i>резерв</i> | - | - | - | - | - | - |
| 32 | <i>резерв</i> | - | - | - | - | - | - |

* Существует возможность введения любого числа в пределах от 0 до 255, однако стандарт MODBUS требует использовать числа из диапазона от 1 до 247. Устройство поставляется с

вписанным сервисным адресом, который позволяет ввести нужный адрес с помощью программного обеспечения, поставляемого в комплекте с устройством.

Использованные символы:

U_n – номинальное напряжение; f_n – номинальная частота

Компенсация постоянного фазового сдвига – положительное значение означает, что напряжение U_2 опаздывает относительно напряжения U_1 .

9.3. Определения

Разница фаз уменьшается – это значит, что абсолютное значение фазового сдвига напряжений U_1 и U_2 уменьшается с существенной скоростью, т.е. такой, которую мы не можем уже считать синхронной работой. При этом выполняется следующее условие:

$$d|f_i|/dt \leq -f_{ss}$$

Разница фаз растет – это значит, что абсолютное значение фазового сдвига напряжений U_1 и U_2 увеличивается с существенной скоростью, т.е. такой, которую мы не можем уже считать синхронной работой. При этом выполняется следующее условие:

$$d|f_i|/dt \geq f_{ss}$$

Синхронная работа – это значит, абсолютное значение фазового сдвига напряжений U_1 и U_2 постоянно или изменяется очень медленно.

При этом выполняется следующее условие:

$$|df_i/dt| < f_{ss}$$

9.4. Алгоритм работы устройства SMV-1b

(предотвращение подключения генератора к сети с чрезмерной фазовой погрешностью при ручной синхронизации)

Условия срабатывания сигнализации SY (диод LED)

В течение установленного времени t_k (“время контроля условий срабатывания”) выполняются одновременно все следующие условия:

По напряжению 1. $U1 > U1d$

По напряжению 2. $U2 > U2d$

По напряжению 3. $Urd \leq dU \leq Urg$

По частоте $frd \leq dfr \leq frg$

По фазе – выполняется одно из следующих условий:

По фазе 1: (разница фаз уменьшается) и $(|dfi| \leq fi1)$

По фазе 2: (синхронная работа) и $(|dfi| \leq fi1)$

Условия отключения сигнализации

Невыполнение любого из условий сигнализации.

Условия срабатывания реле Z1, Z2

Такие же как для срабатывания сигнализации, а также:

Сигнал внешней блокады $BL = 0 В$

Сигнал старта ST – изменение с 0 В на +Up

Внимание! Сигнал старта игнорируется, если в последней секунде появится предыдущий сигнал старта.

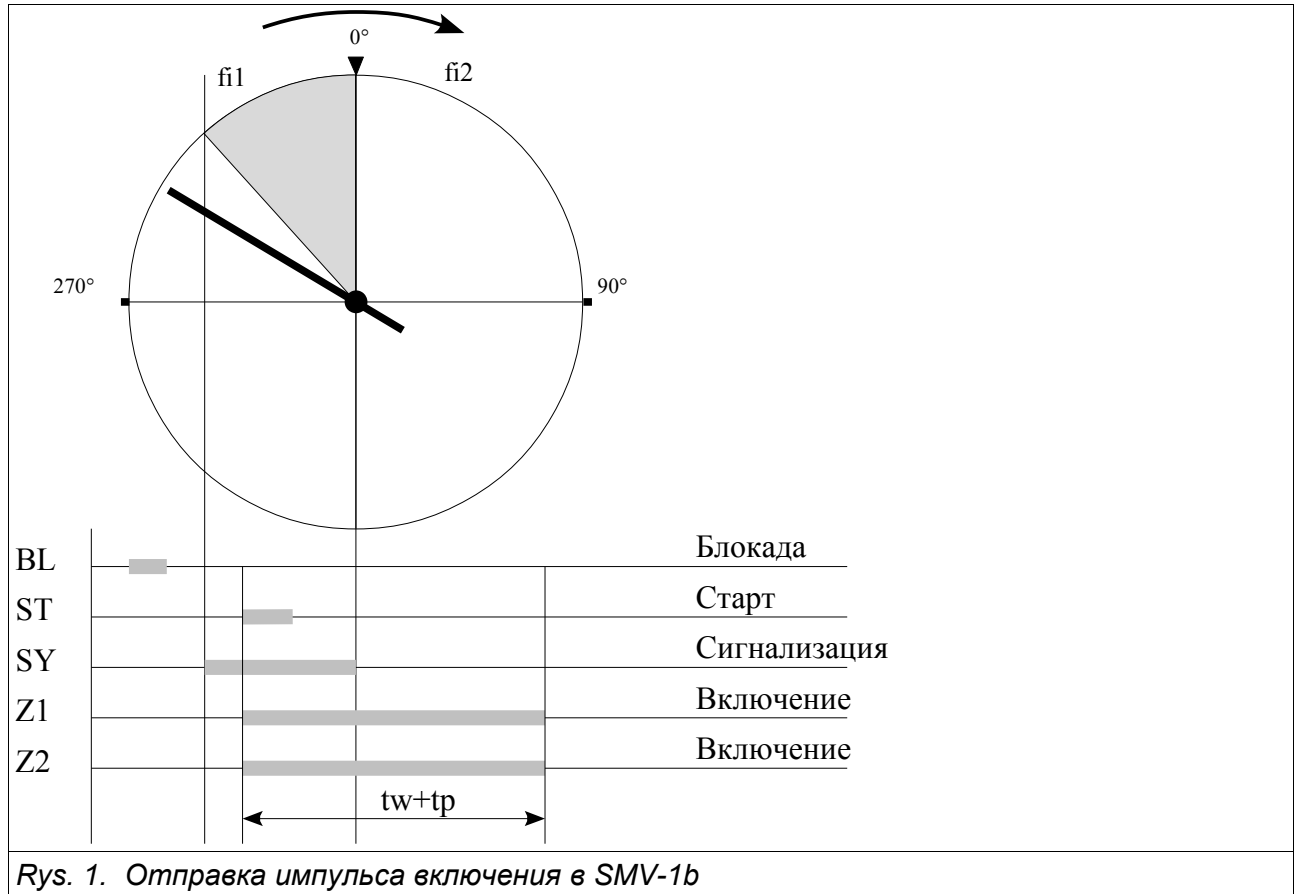
Сигнал старта ($ST = +Up$) возбуждает реле выходных сигналов Z1 и Z2 только в том случае, если он появится в установленном угловом секторе и если в то же самое время отсутствует сигнал внешней блокады. Сигнал внешней блокады ($BL = +Up$) блокирует их возбуждение. Сигнал блокады эффективен только в том случае, если появится до срабатывания реле Z1 и Z2.

Условия отключения реле Z1, Z2

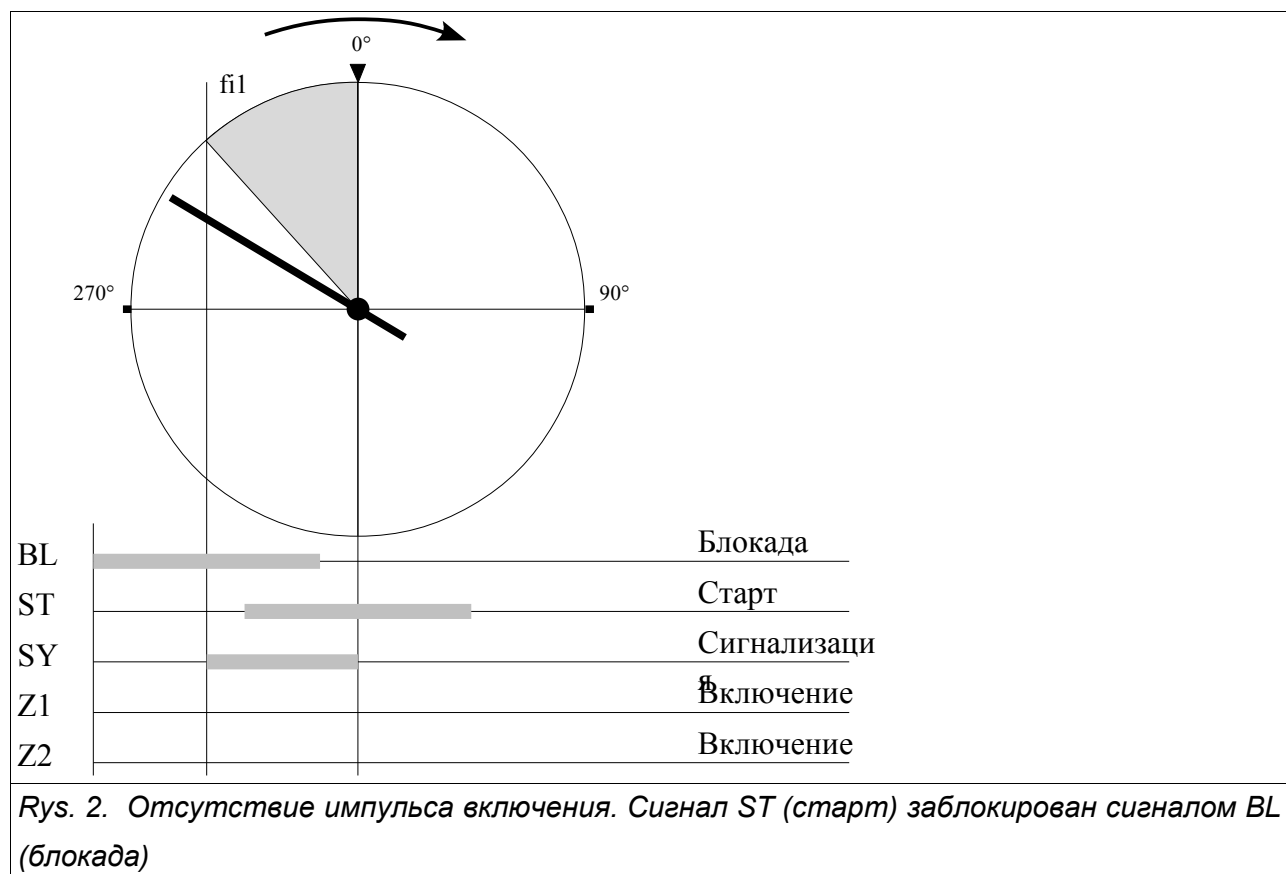
Окончание отсчета времени возбуждения реле Z1, Z2, являющегося суммой установленных значений ($tw+tp$), а также если с начала возбуждения реле Z1, Z2 (и по прежнему продолжается или было только временно) произошло невыполнение любого из условий срабатывания сигнализации SY. Иначе говоря, время возбуждения реле Z1, Z2 продолжается настолько долго, пока непрерывно будут выполняться условия возбуждения сигнализации SY, однако не короче чем ($tw+tp$). Кроме того, должен исчезнуть сигнал старта (возбуждение реле Z1, Z2 продлевается до окончания сигнала старта независимо от выполнения других условий).

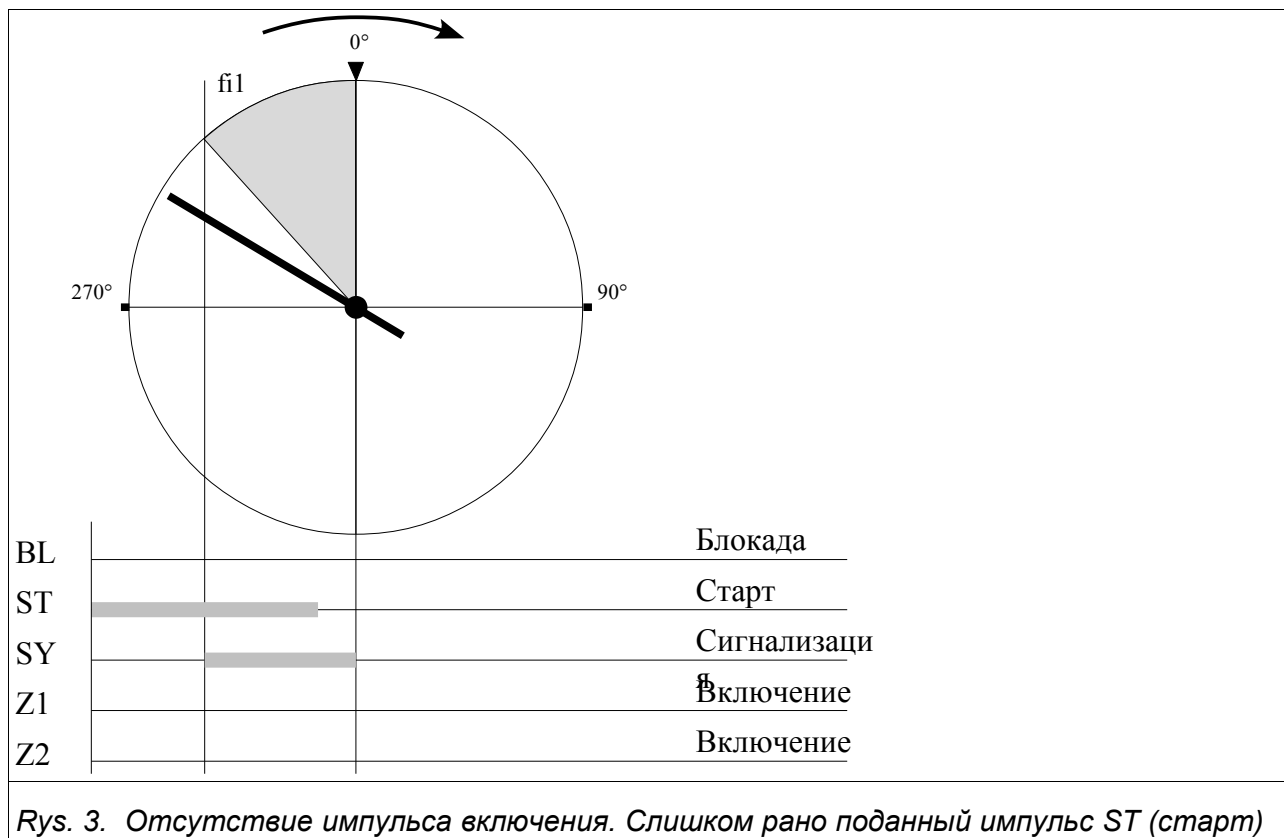
Отключение сигнала включения Z1 и Z2 произойдет также, если произойдет отключение питания устройства SMV-1b.

На рисунке 7 представлены сигналы, генерируемые устройством SMV-1b. На рисунках 8 и 9 представлены типовые ситуации, когда сигналы не генерируются. В верхней части рисунков представлено положение вектора разности напряжений соединенных объектов. Ниже, жирной линией, представлены активные состояния входных и выходных сигналов для устройства SMV-1b.



Rys. 1. Отправка импульса включения в SMV-1b





1.1.1. Визуализация процесса синхронизации

Визуализация процесса синхронизации происходит путем отображения на передней панели:

- разницы эффективных значений напряжений,
- разницы частоты,
- фазового сдвига между двумя цепями синхронизируемых источников напряжений.

Разница эффективных значений напряжений и частоты отображается на семисегментных индикаторах LED. Текущий фазовый сдвиг представлен в виде "кометы", вращающейся по кругу, состоящему из диодов LED. Если частота генератора больше частоты сети, то вектор разницы фаз ("комета") вращается вправо (по часовой стрелке), в противном случае - влево. Текущую разницу фаз указывает "голова кометы" (самый яркий светодиод).

10. Коммуникация по последовательному порту

10.1. Основная информация

Устройство SMV-1b оснащено асинхронным последовательным портом, работающим по стандарту TIA/EIA-485. Интерфейс гальванически сепарирован от остальной схемы. Способ обозначения контактов - согл. стандарта MODBUS. Разные производители используют различные способы обозначения контактов такого интерфейса (иногда совсем иначе, чем

остальные), поэтому во избежание ошибки можно воспользоваться следующей таблицей (во второй части таблицы учтены символы, встречаемые в стандартах TIA/EIA-485 и TIA/EIA-422).

Таблица 1. Обозначения сигналов и линии порта RS485

| логические уровни | | |
|------------------------------------|---|-----------------|
| логический уровень | 0 | 1 |
| сигнал | START, SPACE, ON | STOP, MARK, OFF |
| уровни напряжений | $u(D0) > u(D1)$ | $u(D0) < u(D1)$ |
| другие используемые символы | | |
| D0 (коричневый) | A, RDA, SDA, SDB, SD+, RDB, RD+, SIG-B, L1, L3, SD+, UTX H, URX H, L(+), TD(B)+, A+, B+, TX+, RX+ | |
| D1 (желтый) | B, RDB, SDB, SDA, SD-, RDA, RD-, SIG-A, L2, L4, SD-, UTX L, URX L, L(-), TD(A)-, A-, B-, TX-, RX- | |
| SG (серый) | Common, FG, SHIELD, G, 0V, GND | |

В комплекте с устройством поставляется компьютерная программа, с помощью которой можно произвести все операции, доступные на интерфейсе MODBUS. Она позволяет считывать и изменять настройки, считывать значения определяемых параметров напряжений, состояние входных и выходных сигналов и т.д. Подробное описание находится ниже. Программа предназначена для работы в системе Windows (протестирована в win98, XP, 2000). Описание программы находится в приложении.

10.2. Скорость передачи

Возможен выбор следующих значений: 4800 Бод, 9600 Бод, 19200 Бод, 38400 Бод, 57600 Бод. Скорости 115200 Бод, 128000 Бод, 256000 Бод прошли тесты положительно, однако передача идет с ошибкой, превышающей требования MODBUS RTU, и их применение следует ограничить тестовыми и сервисными целями. Похожая ситуация со скоростью 2400 Бод.

В сервисном режиме (включаемом переключателем "сервис" на задней стороне корпуса) скорость передачи устанавливается равной 19200 Бод. Тогда ее можно изменить, вписав соответствующее значение в регистр MBHR_BAUD. Изменение скорости передачи будет учтено после выключения этого переключателя и перезапуска программы.

Таблица 2. Настройка скорости асинхронной передачи

| Код | | BRGH | SPBRG | Скорость передачи [Бд] | |
|------------|-----------|-------------|--------------|-------------------------------|------|
| Hi | Lo | | | | |
| 0100 | 0xFF | 1279 | 0 | 255 | 2400 |
| 0100 | 0x81 | 1153 | 0 | 129 | 4800 |
| 0100 | 0x40 | 1088 | 0 | 64 | 9600 |

| Код | | | BRGH | SPBRG | Скорость передачи [Бд] |
|-----------|------|-----|------|-------|------------------------|
| Hi | Lo | | | | |
| 0000 | 0x81 | 129 | 1 | 129 | 19200 |
| 0000 | 0x40 | 64 | 1 | 64 | 38400 |
| 0000 | 0x2A | 42 | 1 | 42 | 57600 |
| 0000 | 0x15 | 21 | 1 | 21 | 115200 |
| 0000 | 0x13 | 19 | 1 | 19 | 128000 |
| 0000 | 0x09 | 9 | 1 | 9 | 256000 |

Код – значение, вписываемое в регистр MBHR_BAUD

BRGH – бит конфигурации в микроконтроллере

SPBRG – значение, вписываемое в регистр делителя тактового сигнала для последовательного порта в микроконтроллере.

10.3. Бит четности

Внимание! В текущей версии обслуживание бита четности не выполняется. Если появится такая необходимость, по желанию пользователя его можно реализовать согл. следующему описанию.

В режиме ASCII бит № 8 и в режиме RTU бит № 9 могут играть роль бита четности.

Нумерация битов в секвенции передачи одного байта или знака в асинхронной трансмиссии:

0 – бит старта

1 – младший бит передаваемого байта

и т.д.

Возможные для программирования режимы установки бита четности:

- указатель четности,
- указатель нечетности,
- дополнительный бит стопа (логическое значение 0).

Настройка способа установки бита четности записывается вместе с настройкой скорости передачи в битах 4 и 5 старшего байта этой настройки. Способ кодирования представляет следующая таблица.

Таблица 1. Настройка режима расчета бита четности в передаваемых байтах

| Код | | Режим расчета бита четности |
|------|------|--|
| Hi | Lo | |
| ..00 | | дополнительный бит стопа (логическое значение 0) |
| ..10 | | указатель четности |
| ..11 | | указатель нечетности |

10.4. Протокол

Протокол асинхронной передачи на интерфейсе RS485 основан на MODBUS ASCII или MODBUS RTU. В сервисном режиме работает только протокол ASCII.

Настройка протокола асинхронной передачи записывается вместе с настройкой скорости передачи в бите 6 старшего байта этой настройки. Способ кодирования представляет следующая таблица.

Таблица 2. Настройка протокола асинхронной передачи

| Код | | Протокол |
|--------------|-----------|-------------|
| Hi | Lo | |
| .0.. | | режим ASCII |
| .1.. | | режим RTU |

10.5. Информация, доступная на асинхронном интерфейсе

Информацию, доступную с помощью команд протокола MODBUS, содержит следующая таблица. В таблице учтены все настройки, применяемые в семействе устройств SCH и SMV. Некоторые из них не используются в SMV-1b.

Таблица 3. Адреса регистров MODBUS (MODBUS holding registers)

| Адрес | Символ | Содержание |
|-------|--------------|---|
| | | ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОМАТЕ И ПРОГРАММЕ |
| 1 | MBHR_WER_DTA | Дата компилирования программы (только для чтения) |
| 2 | MBHR_WER_DTA | Нумер версии программы (только для чтения) |
| 3 | MBHR_WER_TYP | Тип (версия) устройства (только для чтения) |
| 4 | MBHR_BAUD | Скорость передачи |
| 5 | MBHR_MB_ADDR | Адрес slave (энергонезависимая память*) |
| | | НАСТРОЙКИ (энергонезависимая память*) |
| 6 | MBHR_U1d | Блокировка от слишком низкого напряжения U1 линии L1 [% Uz] |
| 7 | MBHR_U2d | Блокировка от слишком низкого напряжения U2 линии L2 [% Uz] |
| 8 | MBHR_Urd | Допустимая верхняя разница напряжений U2 - U1 [% Uz] |
| 9 | MBHR_Urg | Допустимая нижняя разница напряжений U2 - U1 [% Uz] |
| 10 | MBHR_frd | Разница частоты при синхронизации “снизу” (f1 > f2) [мГц] |
| 11 | MBHR_frg | Разница частоты при синхронизации “сверху” (f1 < f2) [мГц] |
| 12 | MBHR_fss | Разница частоты для синхронной работы [мГц] |
| 13 | MBHR_fi0 | Компенсация постоянного фазового сдвига [°] |
| 14 | MBHR_fi1 | Граничное значение угла для уменьшающегося абсолютного значения разницы фаз [°] |
| 15 | MBHR_fi2 | Граничное значение угла для увеличивающегося абсолютного значения разницы фаз [°] |

| Адрес | Символ | Содержание |
|--------------|---------------|--|
| 16 | MBHR_uf | Допустимая фазовая погрешность [°] |
| 17 | MBHR_tw | Время закрытия выключателя [мс] |
| 18 | MBHR_tp | Увеличение продолжительности выходного сигнала [мс] |
| 19 | MBHR_tk | Время контроля условий включения [мс] |
| | | Настройки - переключения без напряжения (энергонезависимая память*) |
| 20 | MBHR_Ud1 | Нижнее значение напряжения U1 [% Uz] |
| 21 | MBHR_Ug1 | Верхнее значение напряжения U1 [% Uz] |
| 22 | MBHR_fd1 | Нижнее значение частоты напряжения U1 [мГц] |
| 23 | MBHR_fg1 | Верхнее значение частоты напряжения U1 [мГц] |
| 24 | MBHR_Ud2 | Нижнее значение напряжения U2 [% Uz] |
| 25 | MBHR_Ug2 | Верхнее значение напряжения U2 [% Uz] |
| 26 | MBHR_fd2 | Нижнее значение частоты напряжения U2 линии L2 [мГц] |
| 27 | MBHR_fg2 | Верхнее значение частоты напряжения U2 линии L2 [мГц] |
| 28 | MBHR_Usd1 | Нижнее значение остаточного напряжения U1 линии L1 [% Uz] |
| 29 | MBHR_Usg1 | Верхнее значение остаточного напряжения U1 линии L1 [% Uz] |
| 30 | MBHR_Usd2 | Нижнее значение остаточного напряжения U2 линии L2 [% Uz] |
| 31 | MBHR_Usg2 | Верхнее значение остаточного напряжения U2 линии L2 [% Uz] |
| | | 2-позиционные настройки |
| 32 | MBHR_ZEW | Разрешение на выполнение заданных режимов переключений (энергонезависимая память*) |
| 32_0 | TRYB_ZSK | Разрешение на соединение в заданном угловом секторе ("1" разрешает) |
| 32_1 | TRYB_SBN | Разрешение на соединение при отсутствии напряжения U1 (на линии L1) ("1" разрешает) |
| 32_2 | TRYB_GBN | Разрешение на соединение при отсутствии напряжения U2 (на линии L2) ("1" разрешает) |
| 32_3 | TRYB_SGBN | Разрешение на соединение в состоянии без напряжения ("1" разрешает) |
| 32_(4..15) | | Резерв |
| 32..35 | | Резерв |
| | | Калибровка (энергонезависимая память*) |
| 36 | MBHR_KAL_S | Калибровка измерения напряжения L1 (значение рассчитанное на основе выборок преобразователя ADC для U1 = 100 В AC RMS) |
| 37 | MBHR_KAL_G | Калибровка измерения напряжения L2 (значение рассчитанное на основе выборок преобразователя ADC для U2 = 100 В AC RMS) |
| 38 | MBHR_EEPRCRC | Контрольная сумма памяти EEPROM |

| Адрес | Символ | Содержание |
|--------------|----------------|---|
| 39 | MBHR_LRST | Счетчик рестартов |
| | | Измеряемые значения |
| 40 | MBHR_US | Значение измерительного напряжения U1 [0,1 В] |
| 41 | MBHR_UG | Значение измерительного напряжения U2 [0,1 В] |
| 42 | MBHR_DU | Разница напряжений U2 – U1 [0,1 В] |
| 43 | MBHR_TS | Период напряжения U1 [0,8 мксек] |
| 44 | MBHR_TG | Период напряжения U2 [0,8 мксек] |
| 45 | MBHR_DTGS | Разница периодов напряжений U1 и U2 [0,8 мксек] |
| 46 | MBHR_TSG | Разница времени переходов через ноль t(U2) - t(U1) [0,8 мксек] |
| 47 | MBHR_TGS | Разница времени переходов через ноль t(U1) - t(U2) [0,8 мксек] |
| 48 | MBHR_WAR0 | Состояние выполнения условий, контролируемых программой. Информации, доступные на отдельных битах регистров. Подробное описание находится в таблице <i>Функции битов в регистрах MBHR_WAR0, MBHR_WAR1, MBHR_WAR2, MBHR_WAR3</i> |
| 49 | MBHR_WAR1 | |
| 50 | MBHR_WAR2 | |
| 51 | MBHR_WAR3 | |
| 52..69 | | Резерв |
| | | Контрольные регистры |
| 70 | MBHR_LRCCODE_W | Контрольная сумма программы (вписанная) |
| 71 | MBHR_LRCCODE_O | Контрольная сумма программы (расчетная) |
| 72 | MB_CMD | Команда (список команд находится ниже) |
| 73 | | Резерв |
| 74 | MB_CMD_R | Ответ на выполнение команды |
| 75 | | Резерв |
| 76 | MB_HASLO | Пароль - младшие 16 битов (описание работы пароля находится ниже) |
| 77 | | Пароль - старшие 16 битов (описание работы пароля находится ниже) |
| 78..96 | | Резерв |

В квадратных скобках находится единица, в которой выражается данное значение.

* Запись содержимого регистров в энергонезависимую память (EEPROM) производится соответствующей командой, считывание содержимого регистров из памяти EEPROM происходит после каждого рестарта программы.

Для достижения частичной совместимости с синхронизатором SM-06B, дополнительно доступны некоторые регистры для считывания по протоколу MODBUS. Часть из этих регистров дублирует значения прежних регистров, а некоторые из них предоставляют новые значения. Эти адреса располагаются в диапазоне от %R3585 до %R3840 (адреса от 3584 до 3839, т.е.

старший байт адреса читаемых регистров должен быть равен 0x0E). Разрешается только чтение регистров из этих адресов с помощью функции Read Holding Registers. Если регистр не указан в таблице 16, то его значение будет равным 0.

Таблица 1. Адреса регистров MODBUS (MODBUS holding registers)

| Регистр | Адрес | Символ | Содержание | Ед. изм. |
|----------------|--------------|---------------|---|-----------------|
| %R3625 | 3624 | MBHR06_US | Значение напряжения U1 | 0,1%Un |
| %R3625 | 3625 | MBHR06_UG | Значение напряжения U2 | 0,1%Un |
| %R3627 | 3626 | MBHR06_FS | Значение частоты F1 | 0,01 Гц |
| %R3628 | 3627 | MBHR06_FG | Значение частоты F2 | 0,01 Гц |
| %R3633 | 3632 | MBHR06_DU | Значение разницы напряжений U2 - U1 | 0,01%U1 |
| %R3634 | 3633 | MBHR06_DF | Значение разницы частот F2 – F1 | 0,01%F1 |
| %R3636 | 3635 | MBHR06_DFi | Значение разницы фаз между входами U2 и U1 синхронизатора | 0,01° |
| %R3637 | 3636 | MBHR06_DFi1 | Значение разницы фаз между входами U2 и U1 синхронизатора, с учетом настройки fi0*) | 1° |

* – значение fi0 вычитается из измеренного значения сдвига фазы

Значения 0x8000 и 0x8001 означают неопределенное значение

Un – номинальное значение напряжения, равное 100 В RMS

Таблица 2. Постоянные, используемые в коммуникации на интерфейсе MODBUS

| Символ | Значение | Описание |
|----------------|-----------------|---|
| MB_HASLO_1 | 0x3425A0B2 | Пароль для изменения настроек и ввода команд (для устранения риска случайного изменения настроек). |
| MODBUS_ADR_SRV | 0xFE | Адрес MODBUS slave для сервисных целей. Функционирует независимо от положения переключателя "сервис". Позволяет читать и записывать нужный адрес slave. |
| MODBUS_ADR_ZW | 0xFD | Адрес MODBUS slave для сервисных целей. Функционирует в сервисном режиме, включаемом переключателем "сервис". Позволяет читать и записывать нужный адрес slave. |

Команды. Запись команды в соответствующий адрес (см. *Контрольные регистры* в таблице *Адреса регистров MODBUS*) приведет к выполнению определенной акции. Записи команды должна предшествовать подача пароля MB_HASLO_1.

Таблица 3. Команды, выдаваемые на интерфейсе MODBUS

| Код | Символ | Задание |
|------------|---------------|---|
| 0x7829 | MBCMD_RESET | Исполнить команду процессора RESET |
| 0x783A | MBCMD_WR_EEPR | Записать регистры в EEPROM (те из них, которые хранятся в энергонезависимой памяти) |
| 0x7312 | MBCMD_KAL_S | Включить калибровку. |

| Код | Символ | Задание |
|--------|-------------|---------------------------------|
| 0x7325 | MBCMD_KAL_E | Закончить выполнение калибровки |
| 0x735A | MBCMD_KAL_B | Прервать калибровку |

Таблица 4. Ответы на команды, выдаваемые на интерфейсе MODBUS

| Код | Символ | Значение |
|--------|--------------|---|
| 0x0101 | MBCMD_RST | Значение регистра MB_CMD_R (содержащего ответы команд), записывается после рестарта программы |
| 0x1223 | MBCMD_KAL_ST | Подтверждение начала калибровки |
| 0x1234 | MBCMD_KAL_OK | Подтверждение правильного окончания калибровки |
| 0x1245 | MBCMD_KAL_BR | Подтверждение прерывания калибровки |

10.6. Считывание настроек

Считывание настроек производится стандартным способом с помощью функции MODBUS “Read Holding Registers”. Адреса регистров, хранящих настройки, находятся в таблице *Адреса регистров MODBUS (MODBUS holding registers)* на стр. 27.

10.7. Запись настроек

Если к шине RS485 подключен только один контроллер, то можно использовать сервисный адрес MODBUS_ADR_SRV. Если же их больше, то сервисный адрес MODBUS_ADR_SRV использовать нельзя (т.к. в этом случае отвечало бы несколько контроллеров одновременно), а следует использовать известный, уникальный адрес slave или адрес MODBUS_ADR_ZW, включаемый переключателем "сервис", доступным на задней стенке корпуса. Естественно, чтобы его использовать, следует переключить этот переключатель только на одном контроллере.

Для записи настроек следует выполнить следующие действия:

- Используя сервисный адрес MODBUS_ADR_ZW (функционирует, если включен переключатель "сервис") прочитать адрес slave контроллера.
- Если нет ответа на адрес slave MODBUS_ADR_ZW, прочитать адрес slave контроллера, используя сервисный адрес MODBUS_ADR_SRV (работает всегда, однако к шине может быть подключен только один контроллер),
- Проверить, правилен ли адрес slave (в диапазоне 1 до 247) и отвечает ли на этот адрес контроллер (напр. прочитать основную информацию об автомате – версия и т.д.). Если нет, то запросить этот адрес у оператора и записать его контроллере (согл. описания ниже).
- Записать 32-битный пароль MB_HASLO_1 (см. пункт: *Постоянные параметры, используемые в программе*) в два регистра, предназначенные для записи пароля (см. таблицу: *Адреса регистров MODBUS (MODBUS holding registers)* на стр. 27. Запись производится

стандартным способом с помощью функции MODBUS **Write Multiple Registers**. При этом можно использовать сервисный адрес *slave*. Внимание! Пароль удаляется (сбрасывается) после выполнения очередной команды MODBUS **Write Multiple registers**.

- Записать настройки с помощью функции MODBUS **Write Multiple registers**.
- Переписать содержимое регистров в энергонезависимую память (EEPROM) с помощью команды MBCMD_WR_EEPR, вписанной в адрес MB_CMD.

10.8. Запись адреса slave

Для записи адреса slave следует выполнить следующие действия:

- Используя сервисный адрес, прочитать адрес slave контроллера,
- Проверить, правильно ли введен адрес (напр. находится ли он в пределах допустимых адресов для протокола Modbus, т.к. по-умолчанию он находится вне этих пределов). Если да, то далее следует использовать данный адрес, если нет, то по-прежнему сервисный адрес.
- Записать 32-битный пароль MB_HASLO_1 (см. пункт: *Постоянные параметры, используемые в программе*) в два регистра, предназначенные для записи пароля (см. таблицу: *Адреса регистров MODBUS (MODBUS holding registers)* на стр. 27. Запись производится стандартным способом с помощью функции MODBUS **Write Multiple registers**. При этом можно использовать считанный ранее адрес *slave* (если он правильный) или сервисный адрес *slave* (в противном случае). Внимание! Пароль удаляется (сбрасывается) после выполнения очередной команды MODBUS **Write Multiple registers**.
- Записать адрес slave с помощью функции MODBUS **Write Multiple registers**.
- Переписать содержимое регистров в энергонезависимую память (EEPROM) с помощью команды MBCMD_WR_EEPR, вписанной в адрес MB_CMD.

10.9. Считывание информации

Считывание информации об устройстве, программе, калибровке и параметрах, измеряемых устройством SMV-1b, производится стандартным способом с помощью функции MODBUS **Read Holding Registers**. Адреса регистров, хранящих информацию об автомате и программе, калибровке и измеряемых параметрах, находятся в таблице *Адреса регистров MODBUS (MODBUS holding registers)* на стр. 27. Способ интерпретации считанных параметров (напр. единицы физических величин) для большинства регистров также приведены в этой таблице. Значения остальных регистров, не описанных в этой таблице, следующие:

1.1. Дата компилирования программы.

В этом регистре записан номер даты компилирования программы. Способ кодирования такой же, как используемый в электронных таблицах (напр. *OpenOffice.org*) и библиотеках компилятора Delphi для операций на датах.

Примеры дат и соответствующие им номера дат:

1899-12-30 0
 2003-01-01 37622
 2004-01-01 37987
 2005-01-01 38353
 2006-01-01 38718

– Код типа (версии) устройства.

Определения кодов следующие:

Таблица 1. Кодирование типа (версии) устройства в регистре MBHR_WER_TYP.

| Код | Символ | Значение |
|------------|-----------------|----------------------------|
| 0x12xx | WERSJA_SP-01K_1 | Версия "устройство SMV-1b" |

– **Состояние выполнения условий, контролируемых программой.**

Регистры MBHR_WARx содержат информацию о выполнении отдельных условий, требуемых для подключения. Установка соответствующих битов на "1" означает выполнение условия.

Таблица 1. Функции битов в регистрах MBHR_WAR0, MBHR_WAR1, MBHR_WAR2, MBHR_WAR3

| Бит | Символ | Значение |
|------------|---------------------|---|
| 0 | 0l.0 warunek_U1d | выполнение условия $U1 > U1d$ (1 = зеленый, 0 = желтый) |
| 1 | 0l.1 warunek_U2d | выполнение условия $U2 > U2d$ (1 = зеленый, 0 = желтый) |
| 2 | 0l.2 warunek_Urd | выполнение условия $Urd \leq dU$ (1 = зеленый, 0 = желтый) |
| 3 | 0l.3 warunek_Urg | выполнение условия $dU \leq Urg$ (1 = зеленый, 0 = желтый) |
| 4 | 0l.4 warunek_frd | выполнение условия $frd \leq dfr$ (1 = зеленый, 0 = желтый) |
| 5 | 0l.5 warunek_frg | выполнение условия $dfr \leq frg$ (1 = зеленый, 0 = желтый) |
| 6 | 0l.6 warunek_fss | выполнение условия $ dfi/dt < fss$ (1 = зеленый, 0 = желтый) |
| 7 | 0l.7 warunek_war_pr | резерв |
| 8 | 0h.0 | резерв |
| 9 | 0h.1 | резерв |
| 10 | 0h.2 warunek_err_us | разрыв в цепи измерения напряжения сети (1 = красный, 0 = серый) |
| 11 | 0h.3 warunek_err_ug | разрыв в цепи измерения напряжения генератора (1 = красный, 0 = серый) |
| 12 | 0h.4 warunek_Ud1 | выполнение условия $Ud1 < U1$ (1 = зеленый, 0 = желтый) |
| 13 | 0h.5 warunek_Ug1 | выполнение условия $U1 < Ug1$ (1 = зеленый, 0 = желтый) |
| 14 | 0h.6 warunek_fd1 | выполнение условия $fd1 < f1$ (1 = зеленый, 0 = желтый) |
| 15 | 0h.7 warunek_fg1 | выполнение условия $f1 < fg1$ (1 = зеленый, 0 = желтый) |

| Бит | Символ | Значение | |
|------------|---------------|-----------------|---|
| 16 | 11.0 | warunek_Ud2 | выполнение условия $Ud2 < U2$ (1 = зеленый, 0 = желтый) |
| 17 | 11.1 | warunek_Ug2 | выполнение условия $U2 < Ug2$ (1 = зеленый, 0 = желтый) |
| 18 | 11.2 | warunek_fd2 | выполнение условия $fd2 < f2$ (1 = зеленый, 0 = желтый) |
| 19 | 11.3 | warunek_fg2 | выполнение условия $f2 < fg2$ (1 = зеленый, 0 = желтый) |
| 20 | 11.4 | warunek_Usd1 | выполнение условия $U1d1 < U1$ (1 = зеленый, 0 = желтый) |
| 21 | 11.5 | warunek_USg1 | выполнение условия $U1 < U1g1$ (1 = зеленый, 0 = желтый) |
| 22 | 11.6 | warunek_Usd2 | выполнение условия $U1d2 < U2$ (1 = зеленый, 0 = желтый) |
| 23 | 11.7 | warunek_USg2 | выполнение условия $U2 < U1g2$ (1 = зеленый, 0 = желтый) |
| 24 | 1h.0 | war_frq_blk | отсчет времени frq_blk (1 = красный, 0 = серый) |
| 25 | 1h.1 | stan_war_sp | непрерывное выполнение условий во время действия сигнала разрешения (1 = зеленый, 0 = желтый) |
| 26 | 1h.2 | | резерв |
| 27 | 1h.3 | warunek_fazy | выполнение фазового условия (1 = зеленый, 0 = желтый) |
| 28 | 1h.4 | warunek_s_ok | период напряжения U1 (сети) правильный (1 = зеленый, 0 = желтый) |
| 29 | 1h.5 | warunek_g_ok | период напряжения U2 (генератора) правильный (1 = зеленый, 0 = желтый) |
| 30 | 1h.6 | sync_up | синхронизация сверху (1 = зеленый, 0 = желтый) |
| 31 | 1h.7 | sync_dn | синхронизация снизу (1 = зеленый, 0 = желтый) |
| 32 | 2l.0 | stan_BLOK | состояние оптоэлектронного входа BLOK (1 = оранжевый, 0 = серый) |
| 33 | 2l.1 | stan_START | состояние оптоэлектронного входа START (1 = оранжевый, 0 = серый) |
| 34 | 2l.2 | stan_SY | состояние релейного выхода SY (1 = оранжевый, 0 = серый) |
| 35 | 2l.3 | stan_Z1 | состояние релейного выхода Z1 (1 = оранжевый, 0 = серый) |
| 36 | 2l.4 | stan_Z2 | состояние релейного выхода Z2 (1 = оранжевый, 0 = серый) |
| 37 | 2l.5 | | резерв |
| 38 | 2l.6 | | резерв |
| 39 | 2l.7 | | резерв |
| 40 | 2h.0 | mb_serwis | пакет MODBUS с сервисным адресом (1 = красный, 0 = серый) |
| 41 | 2h.1 | kalibracja_on_j | режим калибровки включен переключателем "сервис" (1 = красный, 0 = серый) |
| 42 | 2h.2 | kalibracja_on_m | режим калибровки включен по modbus (1 = красный, 0 = серый) |
| 43 | 2h.3 | mb_err_eeprom | ошибка контрольной суммы настроек (1 = красный, 0 = серый) |
| 44 | 2h.4 | mb_err_prog | ошибка контрольной суммы программы (1 = красный, 0 = серый) |
| 45 | 2h.5 | mb_err_kalibr | нет калибровки измерительных входов (1 = красный, 0 = серый) |
| 46 | 2h.6 | serwis_on | включен сервисный режим (с помощью переключателя "сервис") (1 = красный, 0 = серый) |

| Бит | Символ | Значение | |
|-----|--------|------------------|--|
| 47 | 2h.7 | nst_err | ошибка в настройках (1 = красный, 0 = серый) |
| 48 | 3l.0 | warunek_filsu_up | выполнение условия $ dfi \leq fi1$ для синхронизации сверху, переход через нуль вверх (1 = зеленый, 0 = желтый) |
| 49 | 3l.1 | warunek_filsu_dn | выполнение условия $ dfi \leq fi1$ для синхронизации сверху, переход через нуль вниз (1 = зеленый, 0 = желтый) |
| 50 | 3l.2 | warunek_fi2su_up | выполнение условия $ dfi \leq fi2$ для синхронизации сверху, переход через нуль вверх (1 = зеленый, 0 = желтый) |
| 51 | 3l.3 | warunek_fi2su_dn | выполнение условия $ dfi \leq fi2$ для синхронизации сверху, переход через нуль вниз (1 = зеленый, 0 = желтый) |
| 52 | 3l.4 | warunek_fi1sd_up | выполнение условия $ dfi \leq fi1$ для синхронизации снизу, переход к нулю вверх (1 = зеленый, 0 = желтый) |
| 53 | 3l.5 | warunek_fi1sd_dn | выполнение условия $ dfi \leq fi1$ для синхронизации снизу, переход к нулю вниз (1 = зеленый, 0 = желтый) |
| 54 | 3l.6 | warunek_fi2sd_up | выполнение условия $ dfi \leq fi2$ для синхронизации снизу, переход через нуль вверх (1 = зеленый, 0 = желтый) |
| 55 | 3l.7 | warunek_fi2sd_dn | выполнение условия $ dfi \leq fi2$ для синхронизации снизу, переход через нуль вниз (1 = зеленый, 0 = желтый) |
| 56 | 3h.0 | warunek_filss_up | выполнение условия $ dfi \leq \min(fi1, fi2)$ для синхронной работы, переход через нуль вверх (1 = зеленый, 0 = желтый) |
| 57 | 3h.1 | warunek_filss_dn | выполнение условия $ dfi \leq \min(fi1, fi2)$ для синхронной работы, переход через нуль вниз (1 = зеленый, 0 = желтый) |
| 58 | 3h.2 | warunek_fi2ss_up | выполнение условия $ dfi \leq \min(fi1, fi2)$ для синхронной работы, переход через нуль вверх (1 = зеленый, 0 = желтый) |
| 59 | 3h.3 | warunek_fi2ss_dn | выполнение условия $ dfi \leq \min(fi1, fi2)$ для синхронной работы, переход через нуль вниз (1 = зеленый, 0 = желтый) |
| 60 | 3h.4 | war_t_start | отсчет времени t_start – блокировка возбуждения сигнала START на 1 сек от предыдущего возбуждения этого сигнала (переднего фронта) – см. пункт 9.4.3.2 |
| 61 | 3h.5 | war_t_tp | отсчет времени tp (1 = голубой, 0 = серый) |
| 62 | 3h.6 | war_t_tk | отсчет времени tk (1 = голубой, 0 = серый) |
| 63 | 3h.7 | mb_blokada | блокировка от MODBUS (1 = оранжевый, 0 = серый) |

В скобках представлен цвет сигнализационных индикаторов в поставляемой программе для PC (SCHRS.exe).

– Биты 0..15 находятся в регистре **MBHR_WAR0**, биты 16..31 - в регистре **MBHR_WAR1**, и т.д.

11. Калибровка

11.1. Калибровка без использования компьютера PC

Калибровка цепей измерения напряжений выполняется производителем. В обоснованных случаях ее может произвести также сервис. Калибровку рекомендуется выполнить с помощью компьютера PC, подключенного к SMV-1b по интерфейсу RS485, и предназначенной

для этого программы (см. ниже). Калибровку можно также произвести без подключения компьютера следующим образом:

- Следует включить переключатель "сервис" сзади корпуса.
- Подключить эталонное напряжение 100 В АС к клеммам обоих измерительных входов.
- Подать напряжение питания.
- Через несколько секунд (или позднее) разомкнуть контакты переключателя "сервис". В этот момент коэффициенты калибровки, определенные на основе измерений, произведенных в течение последней 0,5 секунды, будут записаны в EEPROM. Следует позаботиться о том, чтобы во время последней секунды перед размыканием контактов тестового разъема эталонное напряжение составляло точно 100 В АС.
- Если напряжение питания будет отключено без размыкания тестовых контактов, коэффициенты калибровки не будут изменены.
- Коэффициенты не будут изменены также в ситуации, когда их полученные значения значительно превысят типовые значения. Так может случиться в том случае, если будет неправильным эталонное напряжение или будет неправильно работать измерительная схема.

11.2. Калибровка с помощью команд, выдаваемых с компьютера PC

Калибровка цепей измерения напряжений выполняется следующим образом:

- Подключить эталонное напряжение 100 В АС к клеммам обоих измерительных входов.
- Подать напряжение питания.
- Вписать пароль MB_HASLO_1, а после него команду MBCMD_KAL_S.
- Подождать секунду или дольше.
- Вписать пароль MB_HASLO_1, а после него команду MBCMD_KAL_E. В этот момент коэффициенты калибровки, определенные на основе измерений, произведенных в течение последней 0,5 секунды, будут записаны в EEPROM. Следует позаботиться о том, чтобы во время последней секунды перед отправкой этой команды эталонное напряжение составляло точно 100 В АС.
- Если будет отключено напряжение питания или будет отправлена команда MBCMD_KAL_B (с предшествующим ей паролем MB_HASLO_1) перед командой MBCMD_KAL_E, коэффициенты калибровки не будут изменены.
- Коэффициенты не будут изменены также в ситуации, когда их полученные значения значительно превысят типовые значения. Так может случиться в том случае, если будет неправильным эталонное напряжение или будет неправильно работать измерительная схема.

12. Упаковка, хранение и транспортировка

Транспортная упаковка должна иметь степень стойкости к вибрациям и ударам согласно стандартам PN-EN 60255-21-1:1999 и PN-EN 60255-21-2:2000 для класса остроты 1.

Устройство следует хранить в сухом и чистом месте, в комнатной температуре, избегая непосредственного воздействия источников тепла.

Правильно упакованное устройство можно транспортировать в любом положении.

13. Утилизация

Если в результате повреждения или окончания эксплуатации появляется необходимость демонтировать (и ликвидировать) устройство, следует предварительно отключить питание и все внешние соединения. Отключение должно производиться лицом, обладающим такими же допусками, которые требуются для монтажа устройства.

Демонтированное устройство следует считать электронными отходами, с которыми следует обходиться в соответствии с правилами регулируемыми утилизацию электрического и электронного оборудования. Запрещено размещать отслужившее оборудование вместе с другими отходами. В устройстве находятся металлы, которые не должны попасть в окружающую среду, т.к. могут стать причиной ее заражения.

14. Гарантия и сервисное обслуживание

На поставленное устройство предоставляется 12-месячная гарантия от даты продажи (если в договоре не указано иначе), на условиях, оговоренных в гарантийной карте.

Производитель предоставляет техническую помощь при пуско-наладке устройства и оказывает гарантийные и послегарантийные сервисные услуги, на условиях, оговоренных в договоре на эту услугу.

Несоблюдение правил настоящего руководства приводит к утрате гарантии.

15. Способ заказа

В заказе следует указать тип устройства и номинальное напряжение.

Существует возможность бесплатного введения нестандартных настроек. В таком случае к заказу следует приложить нижеприведенную таблицу, заполненную требуемыми значениями настроек.

Наш адрес:

PUP **KARED** Sp. z o.o

80-180 Kowale k. Gdańska, ul. Kwiatowa 3/1

телефон: +48-58-322 82 31

факс: +48-58-324 86 46

email: kared@kared.com.pl

www: <http://www.kared.com.pl/>

Таблица 1. Таблица настроек, заказываемых пользователем

| Адрес | Параметр | Симв. | Ед. изм. | Диапазон | | Значение настройки | Дискр. |
|-------|---|-------|----------|----------|------|--------------------|--------|
| | | | | Мин | Макс | | |
| - | Адрес slave1 | - | - | 1 | 247 | | - |
| 6 | Блокада включения при слишком малом напряжении U1 на линии L1 | U1d | % Un | 0 | 100 | | 1 |
| 7 | Блокада включения при слишком малом напряжении U2 на линии L2 | U2d | % Un | 0 | 100 | | 1 |
| 8 | Допустимая нижняя разница напряжений U2 - U1 | Urd | % Un | -50 | +50 | | 1 |
| 9 | Допустимая верхняя разница напряжений U2 - U1 | Urg | % Un | -50 | +50 | | 1 |
| 10 | Разница частоты при синхронизации "снизу" (когда f1 > f2) | frd | мГц | 0 | 999 | | 1 |
| 11 | Разница частоты при синхронизации "сверху" (когда f1 < f2) | frg | мГц | 0 | 999 | | 1 |
| 12 | Разница частоты для синхронной работы | fss | мГц | 0 | 200 | | 1 |
| 13 | Компенсация постоянного фазового сдвига | fi0 | ° | -75 | +75 | | 1 |
| 14 | Граничное значение угла для уменьшающегося абсолютного значения разницы фаз и синхронной работы | fi1 | ° | 0 | +60 | | 1 |
| 15 | <i>резерв</i> | - | - | - | - | - | - |
| 16 | <i>резерв</i> | - | - | - | - | - | - |
| 17 | Собственное время закрытия выключателя | tw | мс | 20 | 320 | | 1 |
| 18 | Увеличение продолжительности выходного сигнала | tp | мс | 0 | 990 | | 10 |
| 19 | <i>резерв</i> | - | - | - | - | - | - |
| 20 | Нижнее значение напряжения U1 линии L1 | Ud1 | % Un | 80 | 120 | | 1 |
| 21 | Верхнее значение напряжения U1 линии L1 | Ug1 | % Un | 80 | 120 | | 1 |
| 22 | Нижнее значение частоты напряжения U1 | fd1 | Гц | 47,5 | 52,5 | | 0,1 |
| 23 | Верхнее значение частоты напряжения U1 | fg1 | Гц | 47,5 | 52,5 | | 0,1 |
| 24 | Нижнее значение напряжения U2 линии L2 | Ud2 | % Un | 80 | 120 | | 1 |
| 25 | Верхнее значение напряжения U2 линии L2 | Ug2 | % Un | 80 | 120 | | 1 |
| 26 | Нижнее значение частоты напряжения U2 | fd2 | Гц | 47,5 | 52,5 | | 0,1 |
| 27 | Верхнее значение частоты напряжения U2 | fg2 | Гц | 47,5 | 52,5 | | 0,1 |
| 28 | <i>резерв</i> | - | - | - | - | - | - |
| 29 | <i>резерв</i> | - | - | - | - | - | - |
| 30 | <i>резерв</i> | - | - | - | - | - | - |
| 31 | <i>резерв</i> | - | - | - | - | - | - |
| 32 | <i>резерв</i> | - | - | - | - | - | - |