

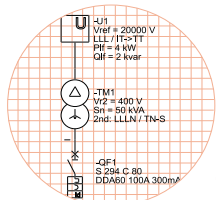
Низковольтное оборудование

Применение автоматических выключателей АББ в цифровых системах автоматизации

Серия инженера-проектировщика №9

Power and productivity
for a better world™





Серия проектировщика

Применение автоматических выключателей АББ в цифровых системах автоматизации

Содержание

1 Введение	2
2 Цифровая связь	3
2.1 Коммуникационные протоколы	4
2.1.1 Физический уровень	5
2.1.1.1 Интерфейсы RS-232 и RS-485	6
2.1.2 Канальный уровень	8
2.1.3 Прикладной уровень	8
2.1.4 Совместимость между уровнями протокола	9
3 Управление распределительными электроустановками	10
3.1 Управление автоматическими выключателями АББ	12
4 Решение АББ для цифровых систем автоматизации	14
4.1 Воздушные автоматические выключатели Emax	14
4.2 Воздушные автоматические выключатели Emax X1 и автоматические выключатели в литом корпусе Tmax T7	17
4.3 Автоматические выключатели в литом корпусе Tmax T4-T5-T6	19
4.4 Автоматические выключатели в литом корпусе Tmax XT2-XT4	22
4.5 Решение SD030DX для автоматических выключателей без интерфейса Modbus RTU	25
4.6 Дисплей HMI030 на лицевой панели распределительного шкафа	29
4.7 Сеть Modbus RS-485 (правила разводки)	40
4.7.1 Работа системы Modbus RTU	44
4.8 Программное обеспечение Ekip Connect	46
4.8.1 Сканирование системной шины	47
4.8.2 Взаимодействие с одним устройством	48
4.9 Пример выбора оборудования для работы с дистанционным управлением и контролем	54
4.10 Интеграция автоматических выключателей АББ в промышленные сети Profibus DP и DeviceNet	56
4.10.1 Воздушные автоматические выключатели Emax E1-E6, Emax X1 и автоматические выключатели в литом корпусе Tmax T7/T7M	57
4.10.2 Автоматические выключатели в литом корпусе Tmax T4-T5-T6	59

4.10.3 Автоматические выключатели в литом корпусе Tmax XT2-XT4	60
--	----

4.11 Измерительные приборы	61
4.11.1 Мультиметры DMTME	61
4.11.2 Анализаторы сети ANR	62
4.11.3 Счетчики электроэнергии	64

4.12 Последовательный преобразователь RS485/RS232	66
--	----

4.13 Преобразователь интерфейсов CUS 485 TCP/IP	67
--	----

5 Автоматические выключатели АББ в сетях Ethernet TCP/IP	68
---	----

5.1 Ethernet	68
5.1.1 Протокол IP	70
5.1.2 Протокол TCP	70

5.2 Промышленные протоколы Ethernet	71
-------------------------------------	----

5.3 Протокол Modbus/TCP	72
-------------------------	----

5.4 Последовательное преобразование Modbus-Modbus/TCP	75
---	----

6 Примеры применения	77
-----------------------------	----

6.1 Диспетчерское управление коммутацией и функциями защиты автоматических выключателей	77
---	----

6.2 Распределение затрат на электроэнергию внутри предприятия	78
6.2.1 Сети распределения электроэнергии и связи	79
6.2.2 Функционирование	79

6.3 Управление приоритетными и не приоритетными нагрузками	80
--	----

Приложение А: Результаты измерений, команды и другие данные для диспетчеризации и дистанционного управления	81
--	----

Приложение В: Электрические характеристики вспомогательного источника питания	89
--	----

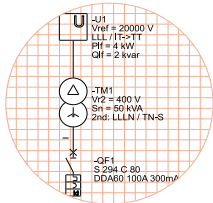
Приложение С: Модули связи	91
-----------------------------------	----

Приложение D: Модули измерений	100
---------------------------------------	-----

Приложение E: Дополнительные контакты AUX-E и моторный привод MOE-E для Tmax T4-T5-T6	102
--	-----

Приложение F: Моторный привод MOE-E для Tmax XT2-XT4	104
---	-----

Приложение G: Бит контроля четности	106
--	-----



Серия проектировщика

1 Введение

Широкое применение систем промышленной автоматизации и контроля для управления системами распределения электроэнергии и технологическими установками побуждает изготовителей автоматических выключателей выпускать электронные расцепители, способные к диалоговому взаимодействию по коммуникационным шинам с вышестоящими устройствами управления, такими как ПК, ПЛК или системы SCADA. В этом случае автоматические выключатели используются не только для коммутации и защиты, но и для мониторинга состояния как оборудования, так и электроустановок в целом.

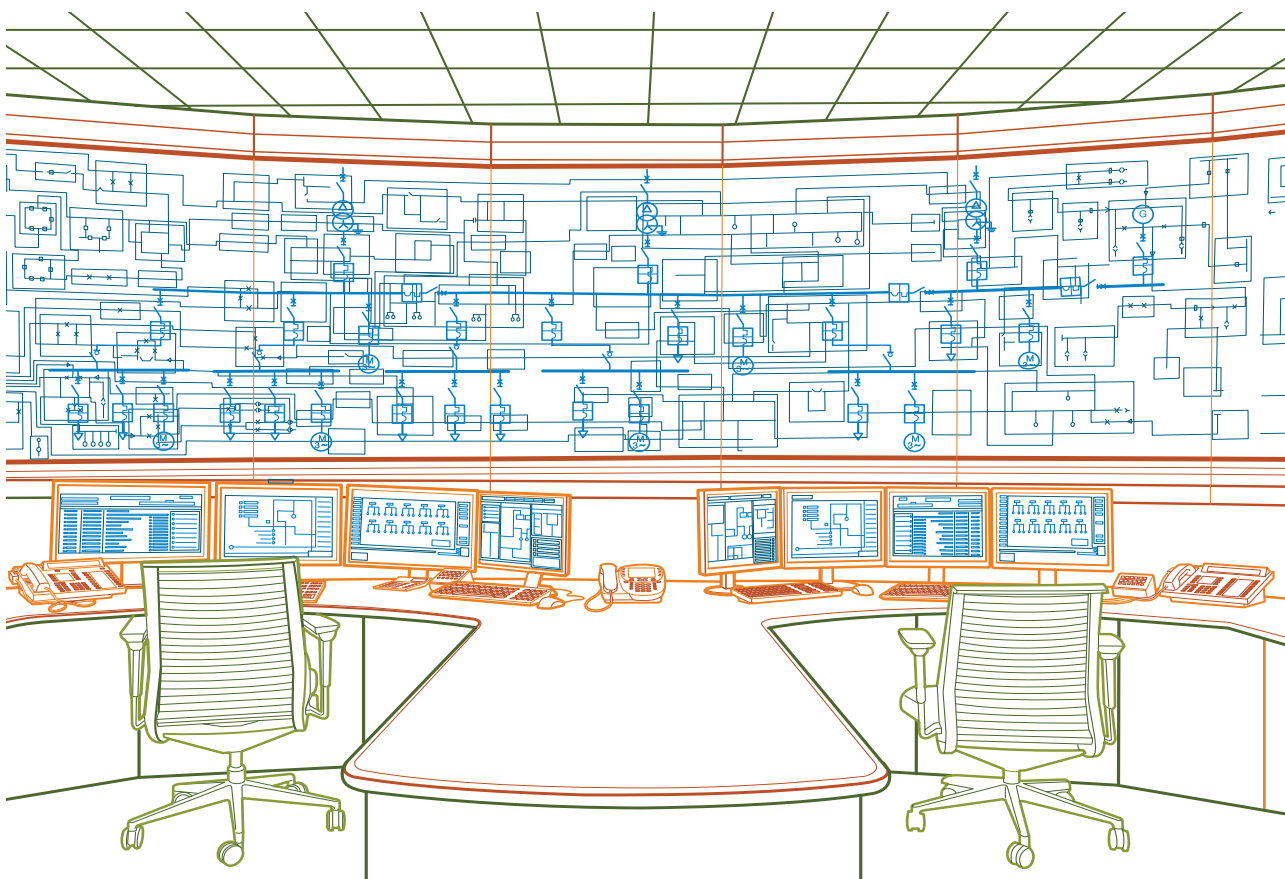
Основной задачей этой брошюры является предоставление читателю базовых сведений:

- о коммуникационных сетях и протоколах,
 - о взаимодействии между интеллектуальными устройствами на основе микропроцессоров;
- и описание основных функций электронных расцепителей, позволяющих автоматическим выключателям АБВ обмениваться данными по информационной шине. В частности, в этой брошюре содержится важная информация для правильного выбора расцепителей, аксессуаров и программного обеспечения, необходимых для интеграции автоматических выключателей АБВ в системы управления электрическими и технологическими установками (например, производственными линиями промышленных предприятий).

Брошюра состоит из шести основных частей:

- введение понятий цифровой связи и базовых концепций коммуникационных протоколов;
- управление электроустановками;
- решение АБВ для цифровых систем автоматизации (Modbus RTU, Profibus DP и DeviceNet) и руководство по организации сети Modbus RS-485;
- интерфейс передней панели HMI030;
- решение по внедрению автоматических выключателей АБВ в сети Ethernet с протоколом Modbus/TCP;
- примеры применения автоматических выключателей АБВ для автоматизированного управления электроустановками.

В состав брошюры включены семь приложений. Приложение А содержит таблицы с основной информацией, данными измерений и аварийными сигналами, предоставляемыми расцепителями. Другие приложения подробно описывают работу и особенности применения аппаратов и аксессуаров (модулей связи и измерения, дополнительных контактов в выключателях с электронными расцепителями, разъемов и моторных приводов), позволяющих автоматическим выключателям АБВ осуществлять обмен данными. В частности, Приложение С содержит указания для подключения автоматических выключателей к сети Modbus RS-485.

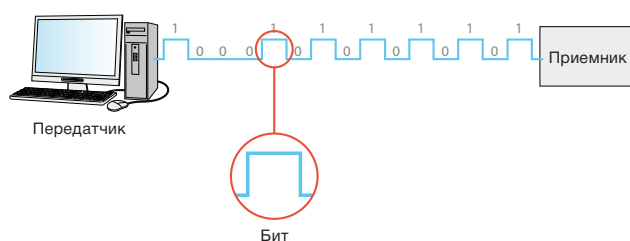


2 Цифровая связь

Цифровой связью называется обмен данными (в двоичной форме в виде строки битов¹) между интеллектуальными электронными устройствами, оборудованными соответствующими цепями и интерфейсами. Данные обычно передаются в последовательном виде, то есть биты, составляющие сообщение или пакет данных, передаются один за другим по одному и тому же каналу (физической среде).

¹Битом называется используемая компьютером единица информации, соответствующая некоторому состоянию физического устройства и представленная значением 0 или 1. Комбинация битов может представлять собой символ алфавита, число, передавать сигнал, являться командой коммутации или выполнять иную функцию.

Рис. 1. Последовательность битов



Аппараты, которые должны обмениваться между собой данными или информацией, объединяются в коммуникационную сеть. Сеть обычно состоит из узлов, связанных между собой линиями связи:

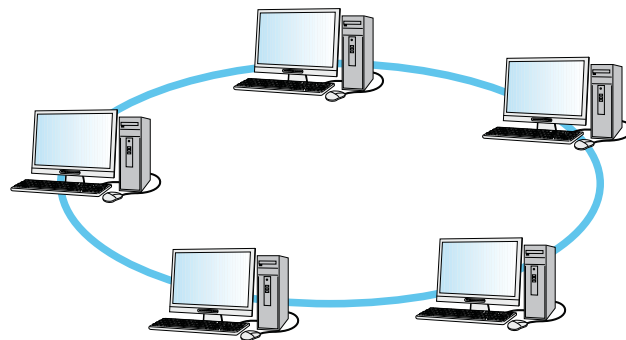
- узел (интеллектуальное устройство, способное взаимодействовать с другими устройствами) представляет собой точку передачи и/или приема данных;
- линия связи связывает между собой два узла и представляет собой прямой канал передачи информации между ними; на практике, линия представляет собой физическую среду (коаксиальный кабель, витую пару, оптоволоконный кабель, инфракрасные лучи), по которой передаются данные и информация.

По топологии коммуникационные сети можно классифицировать следующим образом:

- Кольцо

Кольцевые сети состоят из последовательности узлов (на рис. 2 эти узлы представлены персональными компьютерами), соединенных так, чтобы получилось замкнутое кольцо.

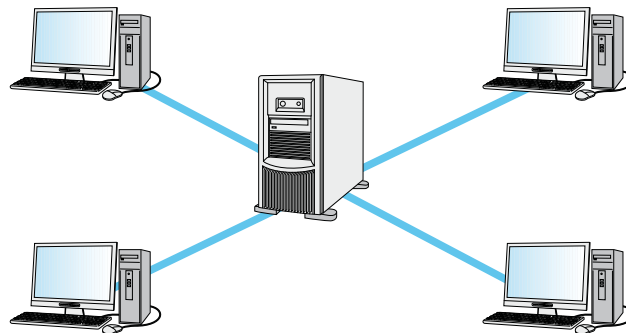
Рис. 2. Кольцевая сеть



- Звезда

Сети с топологией «звезда» имеют центральный узел, к которому подключены остальные периферийные узлы.

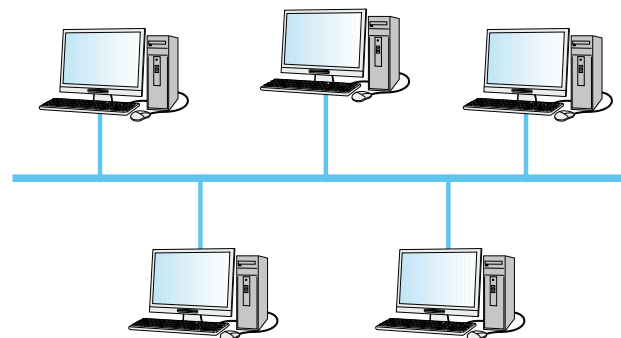
Рис. 3. Сеть с топологией «звезда»

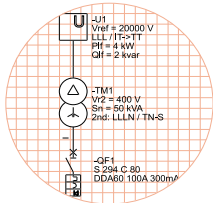


- Шина

В шине (шлейфе) используется среда передачи (обычно витая пара или коаксиальный кабель), общая для всех узлов, в результате чего все устройства включаются параллельно.

Рис. 4. Сеть с топологией «шина»



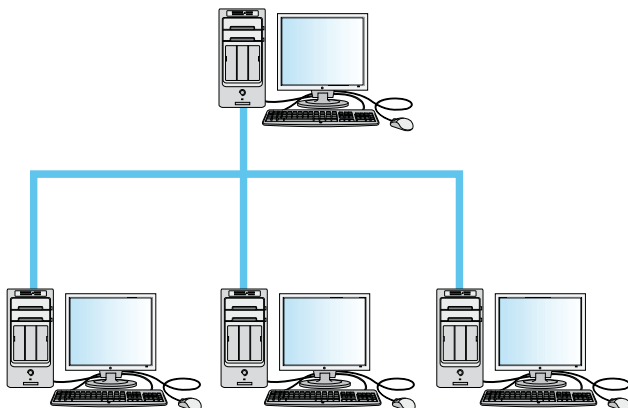


Серия проектировщика

Примерами управления процессами, требующими диалогового обмена данными между устройствами по коммуникационной сети, могут быть:

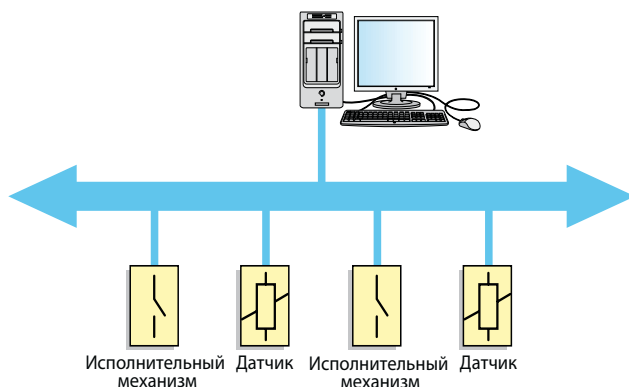
- 1) обмен данными между персональными компьютерами, связанными между собой по локальной сети².

Рис. 5. Пример локальной сети



- 2) передача данных и команд между системой управления и периферийными устройствами (датчиками и исполнительными механизмами) системы автоматизации для управления технологическим процессом.

Рис. 6. Пример системы управления технологическим процессом



Для управления сетевым трафиком и обеспечения понимания между двумя взаимодействующими устройствами необходим коммуникационный протокол. Коммуникационным протоколом называется набор правил, которые должны соблюдать два элемента при обмене информацией; это определенное соглашение, описывающее обмен данными между взаимодействующими партнерами.

Для взаимодействия различных устройств в промышленности используются многочисленные отличающиеся друг от друга протоколы. Протоколы отличаются по коммуникационным требованиям, таким как:

- объем передаваемых данных;
- число взаимодействующих устройств;
- среда, в которой происходит взаимодействие;
- ограничения по времени;
- критичность передаваемых данных;
- возможность исправления ошибок передачи;
- и многое другое.

Существует множество протоколов, используемых для взаимодействия с устройствами обработки данных, такими как компьютеры и их периферийные устройства.

В следующей главе эти протоколы не рассматриваются: тема будет ограничена описанием протоколов, используемых в промышленных сетях для обмена данными между системой управления и периферийными устройствами (датчики и исполнительные механизмы, оборудованные современным интерфейсом связи, которые непосредственно взаимодействуют с контролируемыми физическими процессами).

Например, функции связи и диспетчерского контроля могут применяться для управления низковольтными системами распределения электроэнергии.

2.1 Коммуникационные протоколы

Используемые в настоящее время в промышленности коммуникационные протоколы очень сложны. Для упрощения их описания обычно используется разделение на рабочие уровни. В любом протоколе можно выделить три уровня: физический уровень, канальный уровень и прикладной уровень. Каждый уровень относится к тому или иному аспекту взаимодействия:

- Физический уровень определяет соединение между разными устройствами с аппаратной точки зрения и описывает электрические сигналы, используемые для передачи битов от одного устройства другому; например, он описывает электрические соединения, напряжения и токи, используемые для представления логических нулей и единиц, а также их длительность. В промышленных протоколах в качестве физического уровня используется один из стандартных интерфейсов RS-232, RS-485, RS-422 и т.п.;
- Канальный уровень описывает способы объединения битов в символы и символов в пакеты, а также способы обнаружения и возможного исправления ошибок. При необходимости, он определяет также приоритеты, которых следует придерживаться при получении доступа к среде передачи;

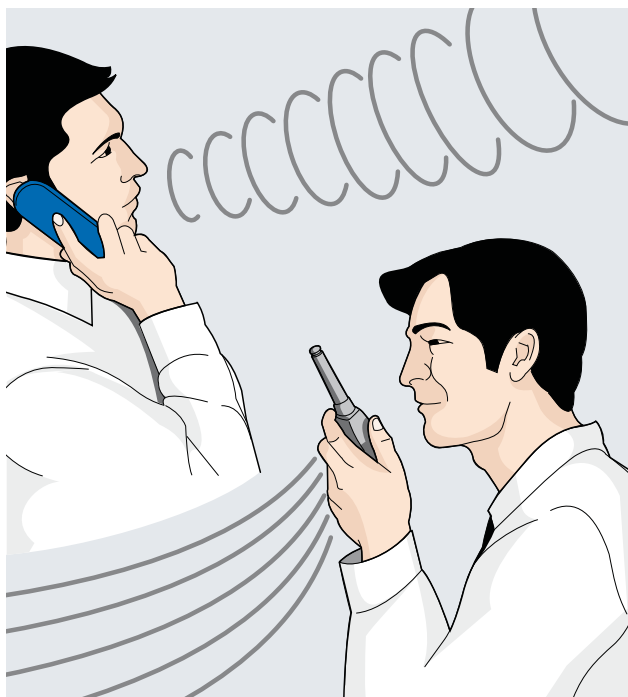
² ЛВС (локальная вычислительная сеть): сеть (например, Ethernet), связывающая между собой близко расположенные персональные компьютеры и терминальные станции, например, в пределах одного офиса или здания.

- Прикладной уровень описывает, что представляют собой передаваемые данные и каково их назначение с точки зрения управляемого процесса. Именно на этом уровне указывается, какие данные должны содержаться в передаваемых и принимаемых пакетах, и как они должны использоваться.

В сущности, эти уровни независимы друг от друга. Если применить эту концепцию к взаимодействию между людьми, то можно, например, договориться о том, что мы будем разговаривать по телефону или по радиостанции (физический уровень), будем говорить по-английски или по-французски (канальный уровень) и определить предмет разговора (прикладной уровень).

Для успешной связи между двумя сторонами все уровни должны соответствовать друг другу; например, нельзя говорить по телефону с человеком, использующим радиостанцию, мы не поймем друг друга, если заговорим на разных языках и т.п.

Рис. 7. Невозможно разговаривать по телефону с человеком, использующим радиостанцию



Не вдаваясь в подробности работы каждого протокола, мы хотим подчеркнуть некоторые характеристики коммуникационной системы, кратко описав три упомянутых уровня.

2.1.1 Физический уровень

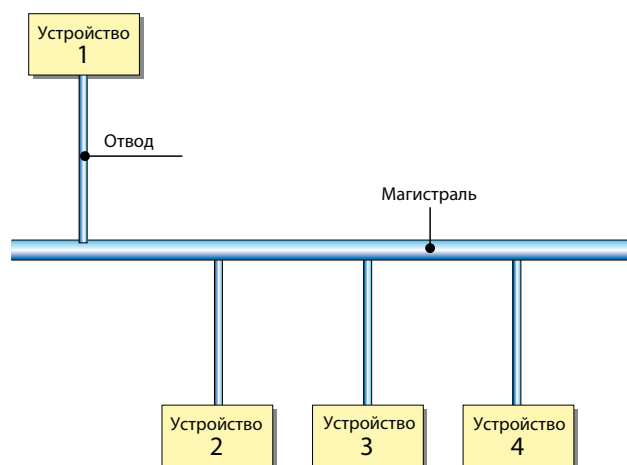
С точки зрения физического уровня, системы связи можно разделить на:

- беспроводные, которые в качестве среды передачи используют радиоволны, инфракрасные лучи или световые сигналы, распространяющиеся в свободном пространстве;
- проводные или кабельные, в которых сигналы передаются по металлическим или оптоволоконным кабелям.

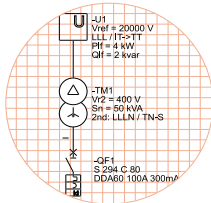
К кабельным системам относятся:

- двухточечные кабельные системы, в которых каждая секция кабеля связывает два устройства и используется исключительно для связи между ними (типичный пример – связь ПК с принтером). Такая связь может быть дуплексной (если два устройства могут передавать одновременно) или полудуплексной (если они могут передавать только поочередно);
- многоточечные кабельные системы (называемые также многоточечными линиями), в которых несколько устройств параллельно используют один и тот же коммуникационный кабель. Среди многоточечных систем особый интерес представляют шлейфовые шинные соединения, в которых главный кабель (магистраль) без отводов или с очень короткими отводами соединяет в параллель все подключенные устройства.

Рис. 8. Многоточечная система с магистральной шиной



Чаще всего в промышленных сетях используются интерфейсы физического уровня RS-232 для двухточечных и RS-485 для многоточечных соединений.



Серия проектировщика

2.1.1.1 Интерфейсы RS-232 и RS-485

Говоря о физическом уровне, рассмотрим интерфейс RS-232, широко используемый в персональных компьютерах в качестве последовательного порта, то есть работающий в асинхронной двухточечной последовательной коммуникационной системе в дуплексном режиме.

Рис. 9. 9-контактный последовательный разъем RS-232



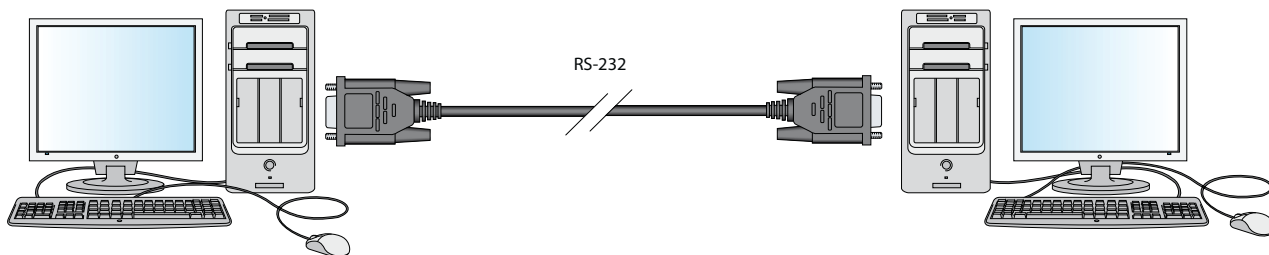
Рис. 10. 9-контактный последовательный кабель RS-232



Краткое описание особенностей системы:

- «последовательная» означает, что биты передаются один за другим;
- «асинхронная» означает, что каждое устройство может передавать символы или байты только по одному, разделяя их длинными или короткими интервалами;
- «двухточечная» означает, что в этом режиме можно соединить только два устройства.

Рис. 11. Двухточечное соединение между двумя ПК

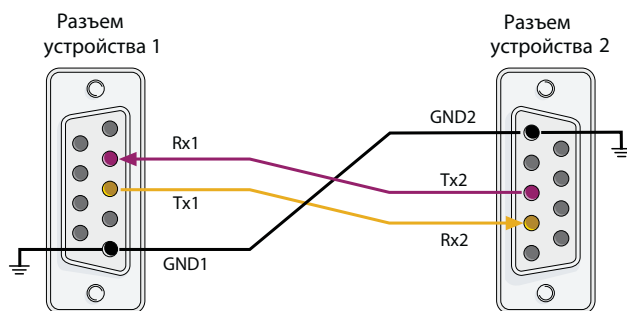


Если интерфейс RS-232 используется для соединения нескольких устройств, то каждая пара устройств должна иметь собственный независимый канал с двумя выделенными портами.

- «дуплексный» означает, что устройства могут передавать и принимать данные одновременно. Дуплексная работа возможна потому, что имеется два отдельных электрических соединения в обоих направлениях передачи данных.

Биты передаются в виде значений напряжения с передающего контакта (Tx) одного устройства на приемный контакт (Rx) другого устройства. Эти напряжения измеряются относительно общего проводника «земля», соединенного с соответствующим контактом GND обоих устройств.

Рис. 12. Типичное соединение двух устройств с интерфейсом RS-232



Таким образом, для соединения нужны минимум три провода (Tx, Rx и GND); можно использовать и дополнительные провода для управления потоком³ данных (например, для сигнализации готовности устройства к передаче или приему); но эти операции, включающие процессы установки связи⁴ и управления потоком, выходят за рамки данной технической статьи. Каждый символ, проходящий через последовательный кабель, состоит из:

- одного или нескольких стартовых битов, информирующих приемник о приходе нового символа (поскольку интерфейс RS-232 является асинхронным, приемник не может знать о том, когда начинается передача символа, и, следовательно, нужно заранее сообщить ему о начале телеграммы);
- некоторого числа битов данных (например, 8);

³Управление потоком: метод управления потоком информации.

⁴Установка связи: обмен предопределенными сигналами между устройствами для установки соответствующего соединения. В процессе этого обмена устройства сообщают о том, что они хотят передать данные или о том, что они готовы к приему данных.

- необязательного бита контроля четности, используемого для обнаружения ошибок в переданных битах (при обнаружении ошибки весь символ считается ошибочным и отбрасывается). Если бит четности применяется, то при конфигурировании параметров обмена данными можно задать режим контроля четности: «чет» или «нечет»;
- одного или нескольких стоповых бит, сигнализирующих об окончании передачи.

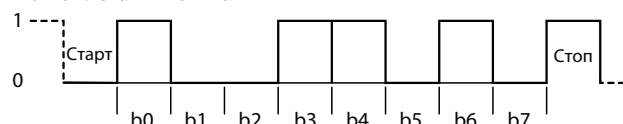
Все перечисленные биты имеют одинаковую длину: последовательный интерфейс настроен на передачу определенного числа бит в секунду (бит/с или бод). Все скорости передачи стандартизованы и, по традиции, кратны 300 битам в секунду. Например, устройство может вести передачу со скоростью 9600, 19200 или 38400 бод, то есть бит в секунду.

Для корректной работы необходимо, чтобы оба устройства использовали одинаковые параметры: скорость передачи данных, число бит данных, число стартовых и стоповых бит, присутствие или отсутствие бита контроля четности и, если он присутствует, режим контроля четности («чет» или «нечет»). Если эти условия не соблюдены, то символы будут распознаваться неправильно и, следовательно, передача данных окажется невозможной.

Например, в показанном на рис. 13 фрейме, можно выделить:

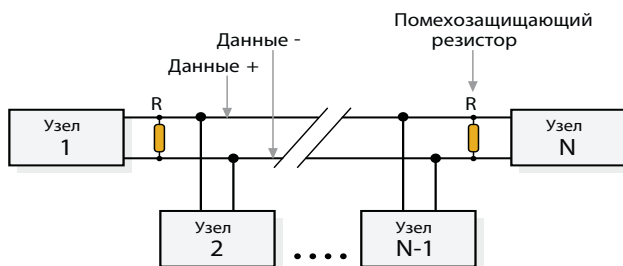
- 1 стартовый бит;
- 8 бит (b0...b7), составляющих символ (передаваемые данные);
- 1 стоповый бит.

Рис. 13. 8-значный символ



Интерфейс RS-485 отличается от RS-232 электрическими параметрами и способом подключения. Его главные преимущества: возможность реализации многоточечных соединений⁵, то есть соединений между тремя и более устройствами (см. рис. 14), и высокая стойкость к электрическим помехам.

Рис. 14. Многоточечная система с шиной RS-485



⁵В сущности, при многоточечном соединении все устройства подключаются параллельно к главному кабелю.

Благодаря этим особенностям RS-485 стал наиболее распространенным промышленным интерфейсом, начиная с первой версии интерфейса Modbus (в шестидесятые годы) и заканчивая более современными вариантами Modbus RTU, Profibus-DP, DeviceNet, CANopen и As-Interface. При использовании RS-485, все устройства подключаются параллельно к одной шине, состоящей из двух проводов, называемых Data+ и Data-, или A и B, или Data1 и Data2, в зависимости от изготовителя устройства.

Сигналы передаются в дифференциальной форме, то есть биты представляют собой разность напряжений между линиями Data+ и Data-. Провода этих линий свиты между собой и проходят в непосредственной близости друг от друга, в результате чего электрические помехи наводятся на них одинаково, взаимно компенсируются и, практически, не влияют на разность напряжений.

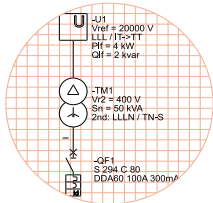
Когда устройство не передает, оно готово к приему, демонстрируя это высоким сопротивлением на коммуникационном порту. Стандарт RS-485 (EIA/TIA-485)⁶ определяет некоторые пределы входного сопротивления и предъявляет определенные требования к току и мощности сигнала для того, чтобы каждое устройство могло передавать данные по линии.

В частности, в соответствии с требованиями указанного стандарта, корректная передача данных возможна, если к одной линии подключено не более 31 устройства, находящегося в режиме приема. Следовательно, в соответствии с требованиями стандарта, интерфейс RS-485 гарантирует корректную работу системы при подключении к шине до 32 устройств; при этом в каждом цикле одно устройство находится в режиме передачи, а остальные 31 – в режиме приема.

Поскольку все устройства подключены параллельно к одной шине, в каждый момент времени вести передачу может только одно из них, ибо в противном случае передаваемые сигналы перекроются и станут нераспознаваемыми. Интерфейс RS-485 не поддерживает механизмов, позволяющих определить, какому устройству разрешена передача; эта задача решается на более высоких уровнях используемого протокола. Структура каждого передаваемого символа, его длительность и возможность передачи такие же, как и в рассмотренном ранее интерфейсе RS-232. Например, можно выбрать скорость передачи данных 19 200 бод с 1 стартовым битом, 1 стоповым битом и 1 битом контроля четности, например, в режиме «чет».

Для корректного взаимодействия все устройства, подключенные к одной шине, должны иметь одинаковые параметры. В промышленной автоматизации и в системах распределения электроэнергии большая часть коммуникационных сетей имеет топологию «шина», а наиболее часто используемый физический уровень представляет собой интерфейс RS-485.

⁶EIA/TIA-485 "Основы дифференциальной передачи данных" – документ, описывающий стандарт RS-485 и представляющий собой основной норматив для всех производителей.



Серия проектировщика

2.1.2 Канальный уровень

Что касается канального уровня, то здесь речь может идти о протоколах типа ведущий-ведомый, когда одно из устройств (ведущее) управляет обменом данными со всеми остальными (ведомыми) устройствами. Альтернативой им являются одноранговые системы, в которых подобной иерархии не существует, и все устройства получают доступ к среде передачи на равных правах (в таком случае протокол предусматривает процедуры управления очередностью и приоритетами доступа к среде передачи; типичным примером является Ethernet).

К числу наиболее распространенных коммуникационных протоколов относятся:

- Modbus RTU, наиболее распространенный коммуникационный протокол для электронных промышленных устройств;
- ProfiBus-DP, протокол применяемый для взаимодействия с интеллектуальными датчиками и исполнительными механизмами, как правило, использующими быстрый и циклический обмен данными между силовыми аппаратами и контроллерами;
- DeviceNet, также используемый для подключения аппаратов к контроллерам (ПК, ПЛК);
- AS-i, протокол применяемый для связи с самыми простыми датчиками, такими как концевые выключатели или коммутирующими устройствами (например, кнопками).

2.1.3 Прикладной уровень

Прикладной уровень придает осмысленность передаваемым данным, то есть он связывает команды (например, включить/отключить выключатель) или числа (например, значения напряжений) с данными в двоичном формате, передаваемыми устройствами по коммуникационной сети.

Предположим, например, что мы используем протокол Modbus для дистанционного считывания значений тока, сохраненных в расцепителе PR222DS/PD автоматического выключателя Tmax.

Каждый расцепитель сохраняет значения параметров в специальных регистрах. Эти регистры могут работать только на чтение (например, регистр измеренных

токов) или на чтение и запись (например, регистр настроек кривых срабатывания и уставок защиты)⁷.

В PR222DS/PD токи сохраняются в регистрах, начиная с регистра номер 30101.

Рис. 15. Регистры PR222DS/PD со значениями времятоковых характеристик

№ регистра	Содержимое регистра	Значение содержимого
30101	198	I_{L1} Ток фазы 1 [A]
30102	298	I_{L2} Ток фазы 2 [A]
30103	447	I_{L3} Ток фазы 3 [A]
30104	220	I_{LN} Ток нейтрали [A]

Если ведущее устройство (например, ПК) хочет произвести считывание значений тока, оно передает выключателю сообщение, содержащее:

- номера регистров, в которых хранятся нужные данные и которые нужно считывать (измеренные значения связаны с номером регистра; в данном примере используются регистры с номерами от 30101 до 30104, в которых хранятся значения тока);
- тип операции, которую нужно выполнить (например, считывание значений, хранящихся в регистре).

В ответ ведомое устройство (в данном случае это выключатель) передает ведущему запрошенные значения. Затем эти значения представляются оператору в понятном ему виде через интерфейс пользователя и прикладные программы управления, отображающие информацию об управляемом процессе.

⁷ Подробную информацию об интерфейсной карте Modbus расцепителей АББ с коммуникационным интерфейсом можно найти в следующих документах:

- Системный интерфейс Modbus для автоматических выключателей New Emax с расцепителями PR122/P и PR123/P и модулем связи PR120/D-M; автоматических выключателей Emax X1, Tmax T7 и Tmax T8 с расцепителями PR332/P и PR333/P и модулем связи PR330/D-M (код документа: 1SDH000556R0001)

- Системный интерфейс Modbus Emax DC PR122DC-PR123DC с PR120/D-M (код документа: 1SDH000841R0001)

- Системный интерфейс PR223EF Modbus, руководство по эксплуатации (код документа: 1SDH000566R0001)

- Системный интерфейс PR223DS Modbus, руководство по эксплуатации (код документа: 1SDH000658R0001)

- Системный интерфейс PR222DS/PD Modbus, руководство по эксплуатации (код документа: 1SDH000600R0001)

- Карта Modbus (или карта памяти) определяется производителем, который выбирает регистр для связи с данными, считываемыми аппаратом, а также считываемые параметры и уставки автоматического выключателя для передачи по последовательной связи.

2.1.4 Совместимость между уровнями протокола

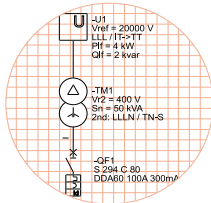
В промышленных коммуникационных сетях все обменивающиеся информацией устройства должны использовать одинаковые протоколы на всех уровнях. Например, как будет показано в следующих главах, выключатели АББ используют протокол Modbus RTU

поверх RS-485. Однако существуют промышленные устройства, использующие протокол Modbus RTU поверх RS-232 или Profibus-DP поверх RS-485.

Некоторые упомянутые выше комбинации приведены в следующей таблице, причем указано, какие из них работоспособны, а какие нет.

УРОВНИ ПРОТОКОЛА	ПРОТОКОЛ УСТРОЙСТВА А	ПРОТОКОЛ УСТРОЙСТВА В	СВЯЗЬ/ДИАЛОГ
Логический уровень	Modbus	Modbus	СВЯЗЬ ВОЗМОЖНА Совместимость на всех уровнях протокола
Физический уровень	RS-485	RS-485	
Логический уровень	Modbus	Modbus	СВЯЗЬ ВОЗМОЖНА Совместимость на всех уровнях протокола
Физический уровень	RS-232	RS-232	
Логический уровень	Profibus-DP	Profibus-DP	СВЯЗЬ ВОЗМОЖНА Совместимость на всех уровнях протокола
Физический уровень	RS-485	RS-485	
Логический уровень	Profibus-DP	Modbus	СВЯЗЬ НЕВОЗМОЖНА Несовместимость на логическом уровне протокола
Физический уровень	RS-485	RS-485	
Логический уровень	Modbus	Modbus	СВЯЗЬ НЕВОЗМОЖНА Несовместимость на физическом уровне протокола
Физический уровень	RS-485	RS-232	
Логический уровень	Profibus-DP	Modbus	СВЯЗЬ НЕВОЗМОЖНА Несовместимость на всех уровнях протокола
Физический уровень	RS-485	RS-232	

Примечание. Под логическим уровнем понимается сочетание канального уровня с прикладным уровнем.



Серия проектировщика

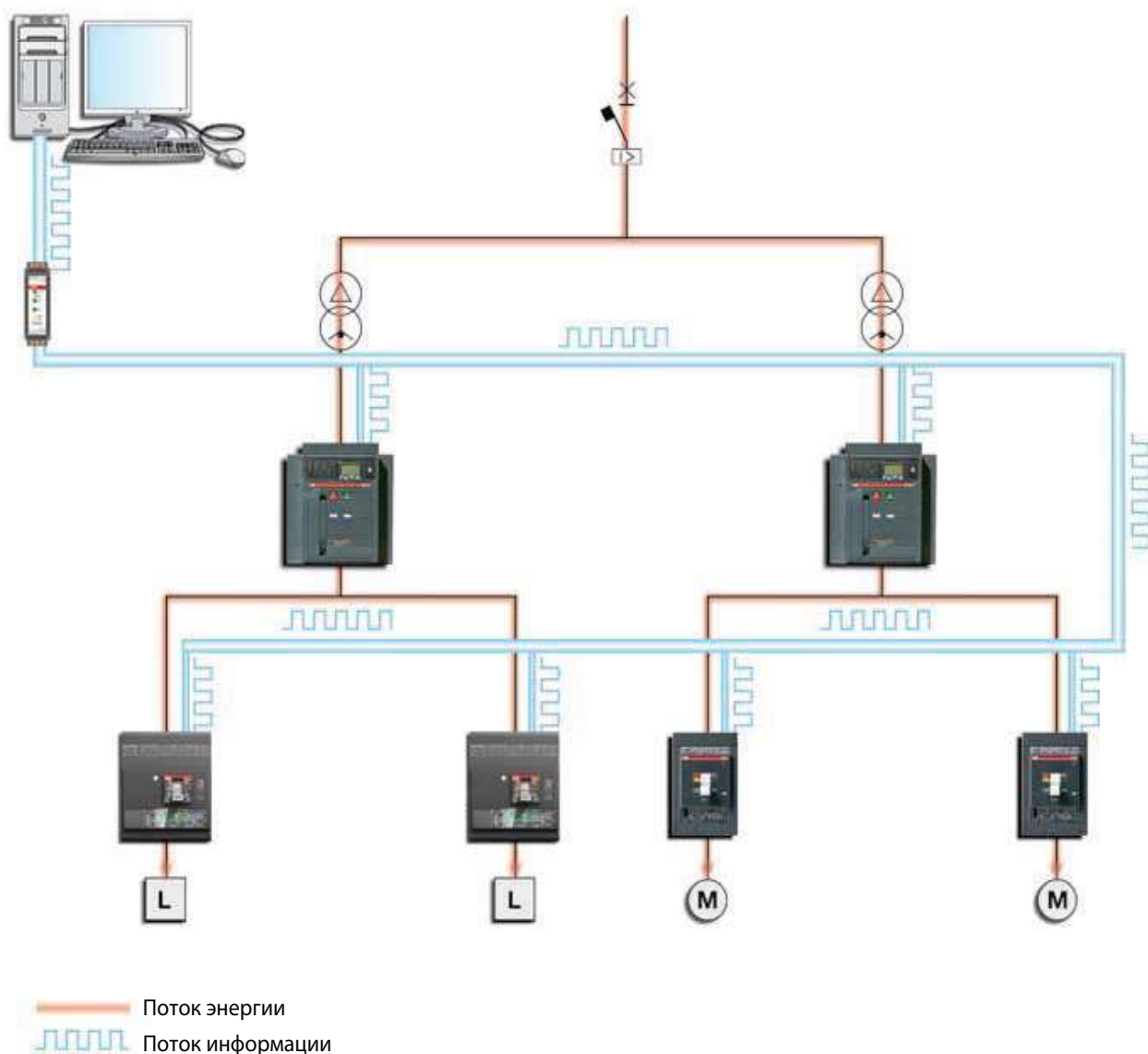
3 Управление распределительными электроустановками

Работу распределительной электроустановки низкого напряжения можно рассматривать в качестве некоторого технологического процесса, ориентированного на распределение электрической энергии. Для повышения надежности и оптимизации управления, распределительная электроустановка нуждается в системе мониторинга и диспетчерского контроля. Рассмотрим интеграцию распределительной электроустановки в систему централизованного автоматизированного управления промышленным предприятием или гражданским объектом. Можно считать, что на неё воздействуют два потока:

- основной поток (поток энергии), состоящий из электроэнергии, которая через фазные проводники и аппараты коммутации и защиты передается потребителям, питаая нагрузки предприятия;
- поток информации (цифровой поток), включающий всю информацию, данные и команды, используемые для управления распределительной электроустановкой.

Именно этим потоком информации, проходящим через коммуникационную сеть, и управляет система управления.

Рис. 16. Представление потока энергии и потока информации



В зависимости от размеров и сложности управляемых электроустановок можно создавать системы контроля с разной архитектурой, от простейшей (двухуровневой) до наиболее сложной (многоуровневой).

В настоящей брошюре для упрощения понимания рассматриваются двухуровневые архитектуры, пригодные для управления распределительными электроустановками малого и среднего размера.

В архитектурах такого типа можно выделить два уровня:

1) уровень управления: включает систему управления и регистрации данных (SCADA - система диспетчерского контроля и сбора данных). В большинстве простых приложений этот уровень состоит из компьютера с установленным ПО для мониторинга, управления и регистрации данных. Именно на этом уровне поступающие от датчиков данные регистрируются, отображаются, обрабатываются и передаются на исполнительные механизмы. Таким образом, оператор может контролировать состояние всей электроустановки с одной рабочей станции и выдавать команды, необходимые для обеспечения эффективной и правильной работы.

В общем случае, в решениях, сочетающих управление распределительной электроустановкой с управлением технологическим процессом, уровень управления состоит из процессора, который контролирует работу системы автоматизации всего технологического процесса;

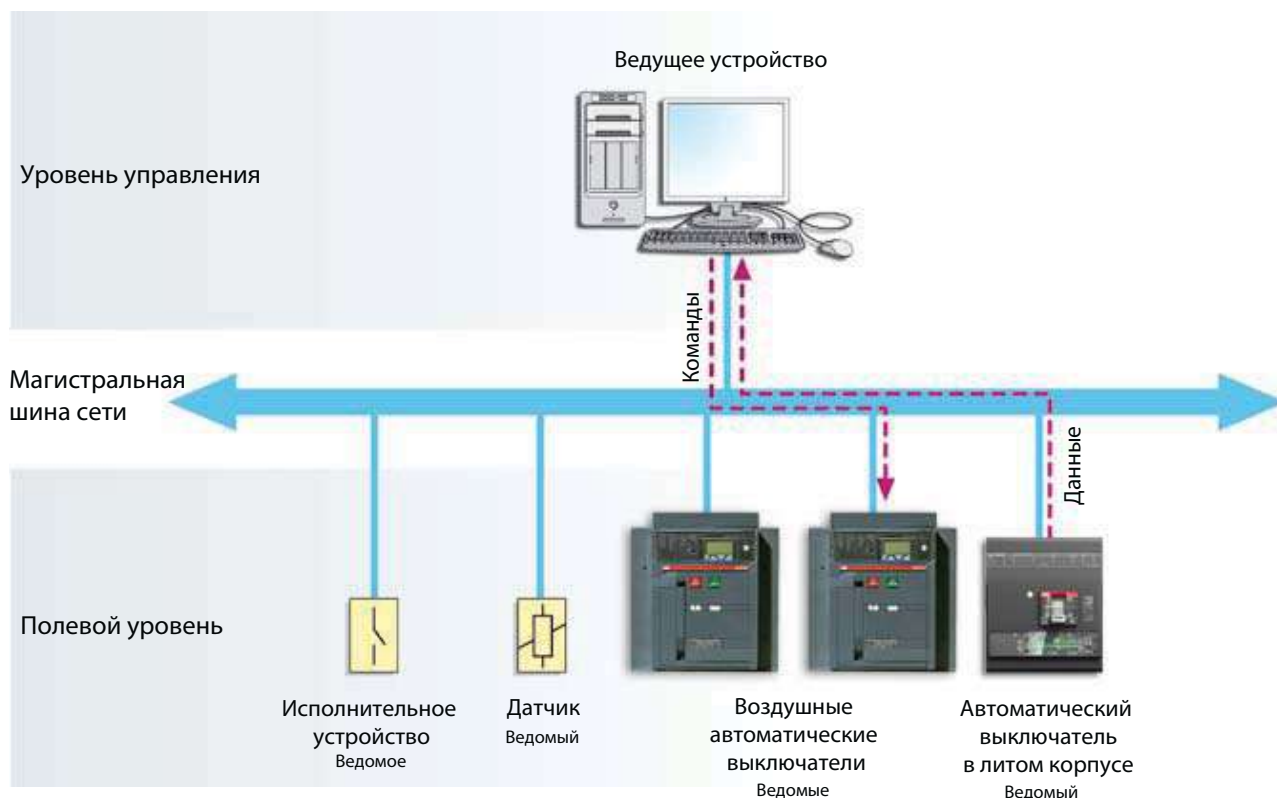
2) полевой уровень: включает полевые устройства, оборудованные коммуникационными интерфейсами (датчики, исполнительные механизмы и аппараты защиты, оборудованные соответствующими электронными расцепителями), которые смонтированы в электроустановке и непосредственно с ней взаимодействуют, а также соединяют ее с уровнем управления. Основные функции полевого уровня:

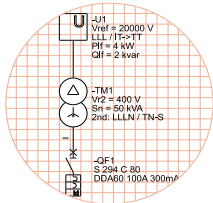
1) передача данных распределительной электроустановки (например, значений токов, напряжений, энергий, состояния выключателей и т.п.) на уровень управления;

2) исполнение команд (например, включение/отключение выключателей), поступающих с уровня управления.

Два уровня взаимодействуют между собой через шину. Информационный поток по шине складывается из информации (например, измеренных значений), передаваемой с полевого уровня на уровень управления, и команд, следующих в противоположном направлении.

Рис. 17. Система управления с двухуровневой архитектурой





Серия проектировщика

3.1 Управление автоматическими выключателями АББ

В сфере распределения энергии взаимодействие и диалоговый обмен данными между устройствами защиты возможен благодаря микропроцессорным расцепителям, оборудованным коммуникационным интерфейсом Modbus. Применение этих расцепителей позволяет выключателям АББ:

- обмениваться данными с другими электронными устройствами по коммуникационной шине и взаимодействовать с компьютерными системами управления низковольтных электроустановок;
- интегрировать управление распределительной электроустановкой с системами автоматизации технологического процесса всего предприятия. Например, объединять информацию (значения тока, напряжения и мощности), поступающую от автоматических выключателей, защищающих двигатели, вспомогательные цепи и линии питания электропечей металлургических заводов, с информацией и данными, относящимися к физическим величинам (например, давление и температура), используемым для управления процессом в целом. Таким образом, выключатель с интерфейсом Modbus выполняет не только классическую функцию защиты от сверхтоков и подачи электроэнергии на нагрузки, но и выступает в роли полевого устройства системы управления, функционируя и как передатчик⁸, и как исполнительное устройство.

Возможность передачи данных автоматическим выключателем позволяет контролировать потребление электроэнергии и оптимизировать управление электроустановкой.

Данные об энергопотреблении электроустановки, снабжающей электроэнергией определенный технологический процесс, могут контролироваться, сохраняться и анализироваться для:

- снижения энергопотребления в реальном времени путем отключения низкоприоритетных нагрузок, если энергопотребление выходит за оговоренные лимиты. Это позволяет избежать переплаты поставщику электроэнергии;
- определения и планирования затрат на электроэнергию, связанных с управляемым технологическим процессом.

Кроме того, исходя из передаваемой выключателем информации, можно, например:

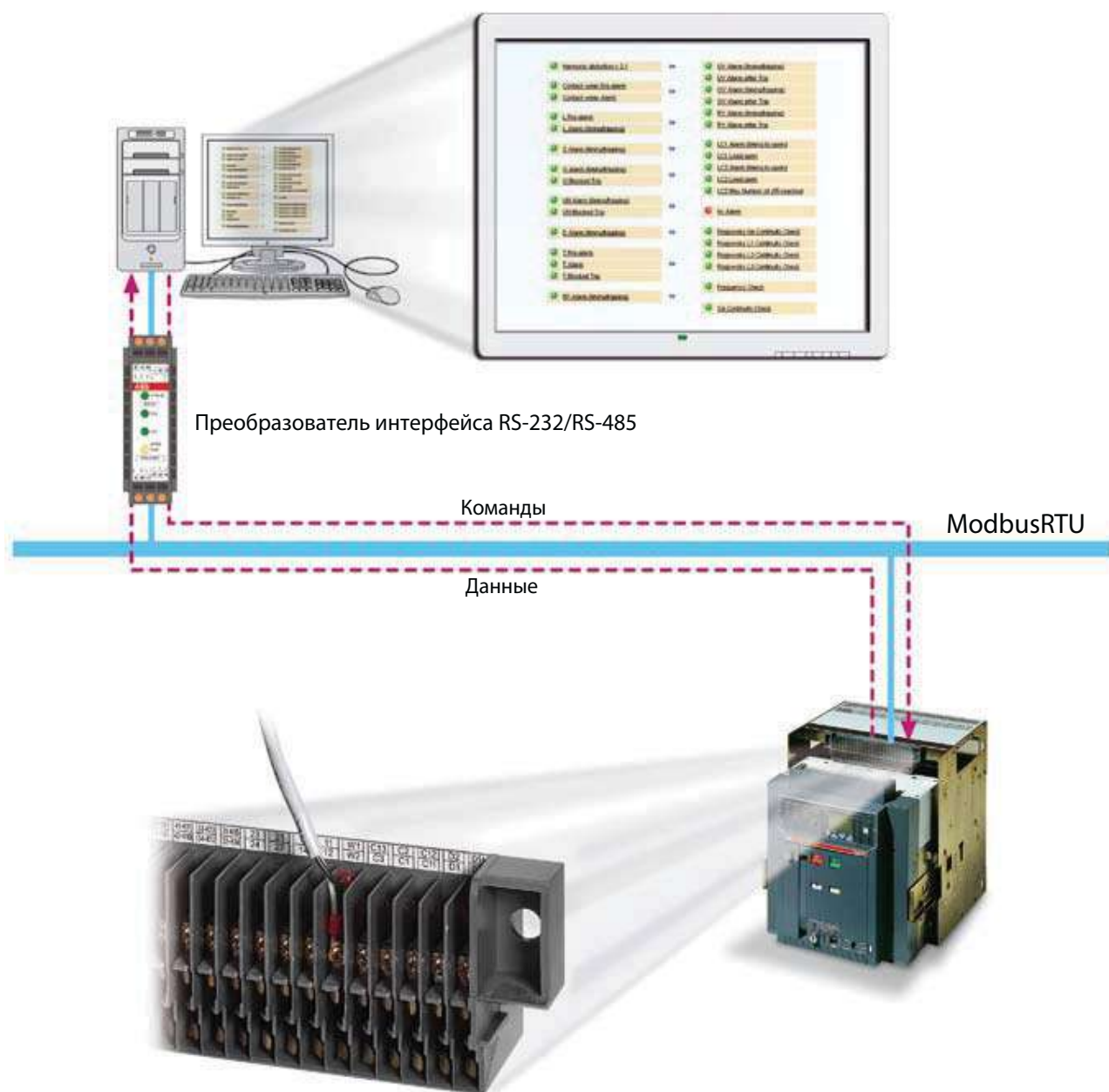
- управлять системами распределения электроэнергии и гарантировать оптимальную работу питаемых ими технологических процессов;
- контролировать выход основных электрических параметров за пределы установленных номинальных значений и гарантировать нормальную работу электроустановки. Это позволяет поддерживать высокое качество электроснабжения;
- обрабатывать предупредительные сигналы, поступающие от выключателей, для предотвращения некорректной работы, отказов и последующих срабатываний защиты. Это позволяет добиться максимальной эффективности производства и сократить простой;
- получать информацию о причинах отказов в определенных секциях электроустановки. Например, причины отказов можно определить, анализируя зарегистрированные значения фазных токов (например, отключение произошло 28.04.2006 в 12:25 из-за короткого замыкания с током 12356 А в фазе L2). Такая информация позволяет выполнять статистический анализ возникновения аномальных условий для определения наиболее вероятных причин отказов;
- собирать диагностические данные устройств защиты (например, процент износа главных контактов) для планирования профилактических работ в соответствии с рабочим циклом технологического процесса, чтобы свести к минимуму простой и гарантировать непрерывность работы электроустановки.

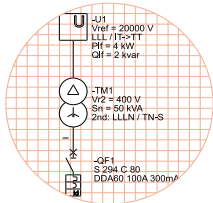
Кроме того, использование электронных расцепителей, передающих данные в систему управления, позволяет измерять основные электрические параметры распределительной электроустановки (токи, напряжения, мощности) без специальных приборов.

Если говорить о преимуществах в денежном эквиваленте, то электронные расцепители позволяют экономить на закупке щитовых приборов. Кроме того, экономится место в распределительных щитах, поскольку в них не придется устанавливать специальные датчики, подключаемые к системе управления.

⁸Под передатчиком понимается датчик, передающий измеренные значения через коммуникационную систему. В данной статье, два термина "датчик" и "передатчик", используются как синонимы.

Рис. 18. Автоматический выключатель в качестве датчика и исполнительного устройства диспетчерской системы





Серия проектировщика

4 Решение АББ для цифровых систем автоматизации

В данной главе описываются:

- электронные расцепители и аксессуары, позволяющие автоматическим выключателям АББ осуществлять контроль и диспетчерское управление низковольтными распределительными электроустановками через сети Modbus RTU, Profibus DP и DeviceNet;
- интерфейс лицевой панели HMI030;
- правила организации сети Modbus RS-485;
- цифровые инструменты измерения АББ с функцией связи.

4.1 Воздушные автоматические выключатели Emax

Электронные расцепители PR122/P - PR123/P для применения в сетях переменного тока

Контроль и диспетчерское управление по сети Modbus. Воздушные автоматические выключатели Emax должны быть оборудованы электронными расцепителями PR122/P или PR123/P, которые могут быть подключены к сети Modbus через модуль связи PR120/D-M (характеристики последнего приведены в приложении С) для того, чтобы:

- передавать аварийные сигналы о срабатывании защиты и сведения о выключателе (например, состояние и положение), а также результаты выполненных электронным расцепителем измерений для удаленной системы диспетчеризации и контроля;
- принимать внешние команды (например, на включение или отключение выключателя) или установки функций защиты, делая возможным дистанционное управление аппаратом.

Для реализации дистанционного управления, то есть практического выполнения принятых команд на включение или отключение, аппараты серии Emax с модулем связи PR120/D-M должны быть оборудованы следующими аксессуарами:

- реле отключения (YO)
- реле включения (YC)
- мотор-редуктором для автоматического взвода пружин включения (M).

Для обмена данными по шине расцепителям PR122/P и PR123/P необходим вспомогательный источник питания Vaux (технические характеристики см. в приложении В).

Измерения

Возможности по выполнению измерений зависят от типа используемого расцепителя и наличия модуля измерений PR120/V.

Модуль измерения PR120/V (см. приложение D) поставляется установленным на расцепитель PR123/P. Для PR122/P он заказывается отдельно. В дополнение к измерению значений токов модуль позволяет измерять и другие электрические параметры, например, мощность (см. приложение А). Измеренные значения могут передаваться через PR120/D-M вышестоящей системе диспетчерского управления.

Результаты измерений, аварийные сигналы, команды и другие передаваемые данные перечислены в таблице А.1 приложения А. При переводе расцепителя в режим локального управления дистанционное управление автоматическим выключателем блокируется.

Электронный расцепитель PR122/P

- PR122/P с модулем связи PR120/D-M и аксессуарами дистанционного управления (YO, YC, M)



Примечание: Вместе с модулем PR120/D-M поставляется контакт сигнализации взвода пружин и контакт сигнализации положения «установлен/выкачен» автоматического выключателя

- Расцепитель PR122/P с модулем связи PR120/D-M и аксессуарами дистанционного управления (YO, YC, M)



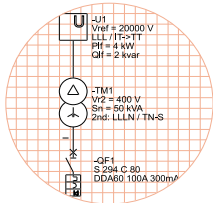
Примечание. Вместе с модулем PR120/D-M поставляется контакт сигнализации взвода пружин и контакт сигнализации положения «установлен/выкачен» автоматического выключателя

Электронный расцепитель PR123/P

- Расцепитель PR123/P с модулем связи PR120/D-M и аксессуарами дистанционного управления (YO, YC, M)



Примечание. Вместе с модулем PR330/D-M поставляется контакт сигнализации взвода пружин и контакт сигнализации положения «установлен/выкачен» автоматического выключателя.



Серия проектировщика

Расцепители PR122/DC и PR123/DC для применения в сетях постоянного тока

Низковольтные автоматические выключатели E2, E3, E4 и E6 серии Emax DC для применения в сетях постоянного тока оборудованы электронными расцепителями PR122/DC или PR123/DC, которые могут быть подключены к сети Modbus RTU через модуль связи PR120/D-M (см. приложение C) для диспетчерского управления и контроля установок постоянного тока напряжением до 1000В постоянного тока. Модуль измерения PR120/V поставляется установленным на расцепители PR122/DC и PR123/DC. Для реализации дистанционного управления, то есть практического выполнения принятых команд на включение или отключение, автоматические выключатели серии Emax DC должны быть оборудованы следующими аксессуарами (такими же, как и для реализации дистанционного управления стандартных автоматических выключателей Emax для применения в сетях переменного тока):

- реле отключения (YO)
- реле включения (YC)
- мотор-редуктором для автоматического взвода пружин включения (M).

Для обмена данными по шине расцепителям PR122/DC и PR123/DC необходим вспомогательный источник питания 24 В постоянного тока (технические характеристики см. в приложении В).

Результаты измерений, команды и другие передаваемые данные перечислены в таблице А.1 приложения А. При переводе расцепителя в режим локального управления дистанционное управление автоматическим выключателем блокируется.

Конфигурация расцепителей PR122/DC и PR123/DC с аксессуарами для связи Modbus аналогична конфигурации расцепителей PR123/P для сетей переменного тока, описанной на стр. 15 этой брошюры.

Примечание. Для получения подробной информации по установкам постоянного тока см. брошюру серии инженера-проектировщика №5: «Автоматические выключатели АББ для применений на постоянном токе».

4.2 Воздушные автоматические выключатели Emax X1 и выключатели в литом корпусе Tmax T7

Контроль и диспетчерское управление через сеть Modbus

Воздушные автоматические выключатели Emax X1, оборудованные электронными расцепителями PR332/P или PR333/P, а автоматические выключатели в литом корпусе Tmax T7 - электронными расцепителями PR332/P, могут быть подключены к сети Modbus через модуль связи PR330/D-M (характеристики модуля приведены в приложении С) для того, чтобы:

- передавать аварийные сигналы о срабатывании защиты и сведения о выключателе (например, о его состоянии и положении), а также результаты выполненных электронным расцепителем измерений для удаленной системы диспетчерского управления и контроля.
- принимать от удаленной системы управления установки функций защиты и команды (например, на включение и отключение автоматического выключателя), делая возможным дистанционное управление аппаратом.

Автоматическими выключателями Emax X1 и Tmax T7M (версия с моторным приводом) можно управлять дистанционно. Выключателем Tmax T7 в исполнении без моторного привода управлять дистанционно невозможно.

Для реализации дистанционного управления, то есть практического выполнения принятых команд на включение или отключение, аппараты типа Emax X1 и Tmax T7M с модулем связи PR330/D-M должны быть оборудованы следующими аксессуарами:

- исполнительный модуль PR330/R (см. приложение С);
- реле отключения (SOR);
- реле включения (SCR);
- мотор-редуктор для автоматического взвода пружин включения (М).

Для обмена данными по шине расцепителям PR332/P и PR333/P необходим вспомогательный источник питания Vaux (см. технические характеристики в приложении В).

Измерения

Возможности по выполнению измерений зависят от типа используемого расцепителя и наличия модуля измерений PR330/V.

Модуль измерения PR330/V (см. приложение Д) поставляется установленным на расцепитель PR333/P. Для расцепителя PR332/P он может быть отдельно заказан и установлен на заводе изготовителя. Модуль позволяет, в дополнение к измерению токов, измерять и другие основные электрические параметры, например, мощность (см. приложение А). Измеренные значения могут передаваться вышестоящей системе диспетчерского управления через PR330/D-M.

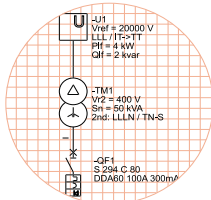
Результаты измерений, аварийные сигналы, команды и другие передаваемые данные перечислены в таблице А.1 приложения А. При переводе расцепителя в режим локального управления дистанционное управление автоматическим выключателем блокируется.

Электронный расцепитель PR332/P для Emax X1 и Tmax T7

- PR332/P с модулем связи PR330/D-M и аксессуарами для дистанционного управления (PR330/R, SOR, SCR, М).



Примечание. Вместе с модулем PR330/D-M поставляется контакт сигнализации взвода пружин и контакт сигнализации положения «установлен/выкачен» автоматического выключателя



Серия проектировщика

- Расцепитель PR332/P с модулем связи PR330/D-M, модулем измерений PR330/V и аксессуарами дистанционного управления (PR330/R, SOR, SCR, M).



Примечание. Вместе с модулем PR330/D-M поставляется контакт сигнализации взвода пружин и контакт сигнализации положения «установлен/выкачен» автоматического выключателя.

Электронный расцепитель PR333/P для Emax X1

- Расцепитель PR333/P с модулем связи PR330/D-M и аксессуарами дистанционного управления (PR330/R, SOR, SCR, M)



Примечание. Вместе с модулем PR330/D-M поставляется контакт сигнализации взвода пружин и контакт сигнализации положения «установлен/выкачен» автоматического выключателя.

Примечание. Для получения подробной информации по функциям цифровой коммуникации и техническим характеристикам указанных выше изделий см. соответствующие технические каталоги.

Для получения дальнейшей информации по структуре карты Modbus расцепителей АББ с интерфейсами связи см. следующие документы:
- Интерфейс системы Modbus для автоматических выключателей New Emax с расцепителями PR122/P и PR123/P и модулем связи PR120/D-M; для автоматических выключателей Emax X1, Tmax T7 и Tmax T8 с расцепителями PR332/P и PR333/P и модулем связи PR330/D-M (код документа: 1SDH000556R0001).

4.3 Автоматические выключатели в литом корпусе Tmax T4-T5-T6

Контроль и диспетчерское управление через сеть Modbus

Расцепители типа PR222DS/PD, PR223EF и PR223DS автоматических выключателей Tmax T4, T5 и T6 могут вести обмен данными по сети Modbus через разъем X3 (см. приложение С). Функция диалогового обмена данными позволяет:

- передавать аварийные сигналы о срабатывании защиты и сведения о выключателе (например, о его состоянии и положении), а также результаты выполненных электронным расцепителем измерений для удаленной системы диспетчерского управления и контроля;
- принимать команды от этой системы (например, на включение или отключение выключателя) или уставки функций защиты, делая возможным дистанционное управление аппаратом.

Для реализации дистанционного управления, то есть практического выполнения принятых команд на включение или отключение, выключатели в литом корпусе серии Tmax T4, T5 и T6 должны быть оборудованы моторным приводом с электронным интерфейсом MOE-E (приложение Е) и вспомогательными контактами AUX-E в электронном исполнении.

Для обмена данными по шине расцепителям PR222DS/PD, PR223EF и PR223DS необходим вспомогательный источник питания Vaux (см. технические характеристики в приложении В).

Измерения

Расцепители PR222DS/PD, PR223EF и PR223DS выдают значения тока, измеренного в фазах, нейтрали и защитном проводнике.

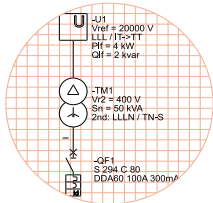
При установке модуля измерений VM210 и разъема X4 (см. приложение D), расцепители типа PR223EF и PR223DS помимо токов могут измерять и другие основные параметры электроустановки (см. приложение А). Результаты измерений передаются расцепителем внешней системе управления через контакты 1 и 2 разъема X3.

Результаты измерений, команды и другие передаваемые данные перечислены в таблице А.2 приложения А. При переводе расцепителя в режим локального управления дистанционное управление автоматическим выключателем блокируется.

Электронный расцепитель PR222DS/PD

- PR222DS/PD с дополнительными контактами AUX-E, разъемом X3 и моторным приводом MOE-E с электронным интерфейсом





Серия проектировщика

Электронный расцепитель PR223EF

- PR223EF с дополнительными контактами AUX-E, разъемом X3 и моторным приводом с электронным интерфейсом MOE-E



- PR223EF с дополнительными контактами AUX-E, разъемами X3 и X4, модулем измерений VM210 и моторным приводом с электронным интерфейсом MOE-E



Электронный расцепитель PR223DS

- PR223DS с дополнительными контактами AUX-E, разъемом X3 и моторным приводом MOE-E с электронным интерфейсом



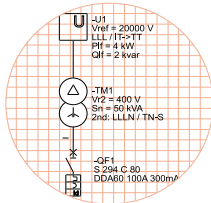
- PR223DS с дополнительными контактами AUX-E, разъемами X3 и X4, модулем измерений VM210 и моторным приводом с электронным интерфейсом MOE-E



Примечание. Более детальная информация по функциям обмена данными и техническим характеристикам указанных выше изделий содержится в соответствующих технических каталогах.

Для получения дальнейшей информации по структуре карты Modbus расцепителей АББ с интерфейсами связи см. следующие документы:

- Руководство пользователя Интерфейс системы Modbus PR223EF (код документа: 1SDH000566R0001);
- Руководство пользователя Интерфейс системы Modbus PR223DS (код документа: 1SDH000658R0001);
- Руководство пользователя Интерфейс системы Modbus PR223DS/PD (код документа: 1SDH000600R0001).



Серия проектировщика

4.4 Автоматические выключатели в литом корпусе Tmax XT2-XT4

Контроль и диспетчерское управление через сеть Modbus

Электронные расцепители типа Ekip LSI, Ekip LSIG, Ekip M-LRIU и Ekip E-LSIG (последний тип расцепителя только для автоматических выключателей серии Tmax XT4) могут быть подключены к сети Modbus RTU для диспетчерского управления и контроля низковольтными электроустановками.

Подключение к сети Modbus осуществляется через модуль связи Ekip Com (характеристики см. в приложении С), который представляет собой интерфейс связи для подключения вышеупомянутых электронных расцепителей к промышленной сети и осуществления диалогового обмена с системами диспетчеризации, для того чтобы:

- дистанционно получать все данные измерений, аварийные сигналы от расцепителя и информацию о состоянии автоматического выключателя для реализации диспетчерского управления и контроля электроустановкой (например, контроль потребления энергии и качества электросети);
- передавать внешние команды на включение/отключение и сброс после срабатывания защиты (для автоматических выключателей с моторным приводом MOE-E см. приложение F);
- дистанционно устанавливать параметры конфигурации, программирования и защиты (уставки по току и времени срабатывания, кривые защитных функций) расцепителя.

Автоматические выключатели в литом корпусе Tmax XT2-XT4 можно применять в системах связи для комплексного диспетчерского управления электроустановкой при токе нагрузки от 4 А. Данную функцию позволяет реализовать, например, автоматический выключатель в литом корпусе Tmax XT2, оборудованный электронным расцепителем Ekip LSI, $I_n = 10$ А с уставкой срабатывания защиты L равной 0,4.

Для диалогового обмена данными по шине модулю Ekip Com и расцепителю необходим вспомогательный источник питания 24 В постоянного тока (V_{aux}) (технические характеристики см. в приложении В)

Для реализации дистанционного управления, то есть практического выполнения принятых команд на включение/отключение и сброса после срабатывания защиты, автоматические выключатели в литом корпусе серии Tmax XT2 и XT4 должны быть оборудованы моторным приводом с электронным интерфейсом MOE-E (см. приложение E).

Измерения

В дополнение к описанным выше функциям диспетчерского управления расцепители с интерфейсом связи передают данные произведенных измерений системе диспетчеризации, тем самым контролируя электрические параметры установки.

В частности, электронные расцепители Ekip LSI, Ekip LSIG и Ekip M-LRIU измеряют значения тока (токи в трех фазах, нейтрали и ток заземления).

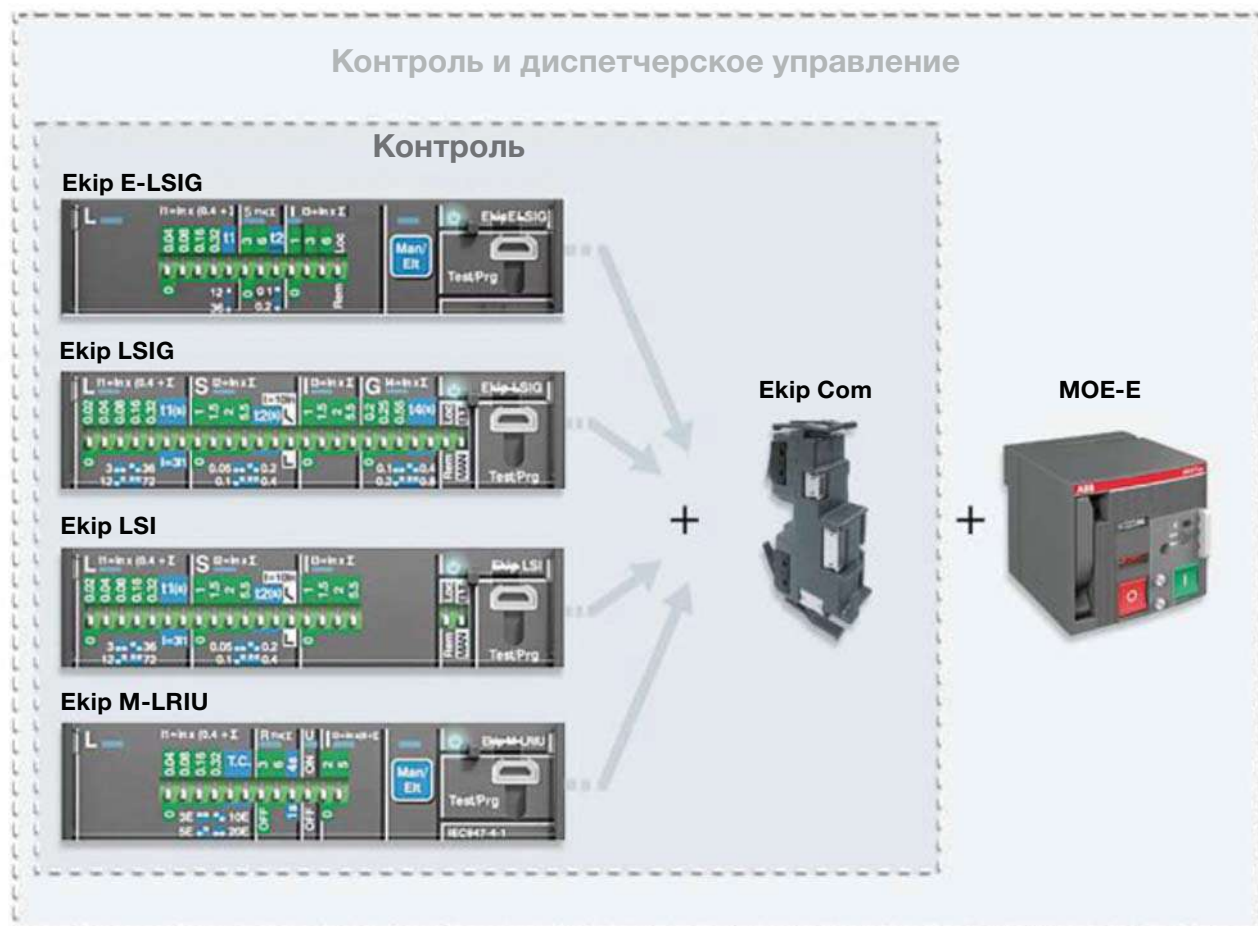
Расцепители Ekip E-LSIG для автоматических выключателей Tmax XT4 помимо значений тока измеряют и другие основные параметры электроустановки, позволяющие качественно управлять электроэнергией, такие как напряжение (линейное и фазное), мощность и потребление электроэнергии (для оптимизации потребления и распределения, частоты и коэффициента гармонических искажений (полного коэффициента гармоник и спектра). Все измерения электрических параметров производятся расцепителем Ekip-E LSIG без дополнительных внешних модулей измерения.

Измеренные электрические параметры хранятся в расцепителе с возможностью передачи в систему управления для диспетчерского контроля электроустановкой.

Основные результаты измерений, аварийные сигналы и другие данные, предоставляемые расцепителями, перечислены в таблице А.3 приложения А. При переводе расцепителя в режим локального управления дистанционное управление автоматическим выключателем блокируется.

Расцепители Ekip E-LSIG, Ekip LSIG, Ekip LSI и Ekip M-LRIU

- Ekip E-LSIG/LSIG/LSI/M-LRIU с модулем связи Ekip Com и моторным приводом MOE-E

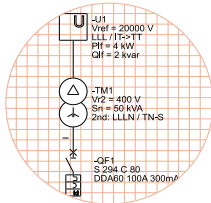


Модуль связи Ekip Com позволяет подключить к системе диспетчеризации следующее оборудование:

- автоматические выключатели Tmax XT2 и XT4, оборудованные электрическими расцепителями Ekip LS/I, Ekip I, Ekip M-LIU, Ekip G-LS/I и Ekip N-LS/I без связи по Modbus, и автоматические выключатели с термоманнитными расцепителями TMA, TMD, TMG, которые также можно использовать в сетях постоянного тока;
 - выключатели-разъединители Tmax XT4D.
- Эта конфигурация позволяет:
- получать дистанционно данные о состоянии автоматического выключателя (отключен/включен, сработал по защите) или о состоянии выключателя-разъединителя (отключен/включен);

- передавать внешние команды на отключение/включение автоматического выключателя/выключателя-разъединителя или только команды сброса после срабатывания защиты. Для этого автоматический выключатель или выключатель-разъединитель должен быть оборудован моторным приводом с электронным интерфейсом MOE-E (см. приложение F).

Также в данной конфигурации модуль Ekip Com должен быть оборудован вспомогательным источником питания 24 В постоянного тока V_{aux} (технические характеристики см. в приложении B).



Серия проектировщика

Автоматические выключатели с термомagnetными расцепителями TMA/TMD, электронными расцепителями Ekip без связи по Modbus и выключатели-разъединители Tmax XT4D

- TMA/TMD-Ekip без связи по Modbus с модулем связи Ekip Com и моторным приводом MOE-E



- Выключатель-разъединитель Tmax XT4D с модулем связи Ekip Com и моторным приводом MOE-E



Примечание. Более детальная информация по функциям обмена данными и техническим характеристикам указанных выше изделий содержится в соответствующих технических каталогах.

4.5 Решение SD030DX для автоматических выключателей без интерфейса Modbus RTU

Электронные интерфейсные модули SD030DX обеспечивают подключение к сети Modbus:

- автоматических выключателей - воздушных и в литом корпусе, с термомангнитными расцепителями или электронными расцепителями в базовом исполнении;
- а также выключателей-разъединителей - воздушных и в литом корпусе.

Подключенные подобным образом автоматические выключатели и выключатели-разъединители появляются в сети Modbus в качестве ведомых устройств и могут связываться с главным устройством (ПК, ПЛК, системой SCADA).

Это позволяет вышестоящей системе диспетчеризации управлять данными аппаратами. В частности, она может:

- 1) считывать состояние автоматического выключателя: включен, отключен, сработал, установлен, выкачен, пружины взведены/разряжены;
- 2) подавать аппаратам команды включения, отключения и сброса после аварийного срабатывания.

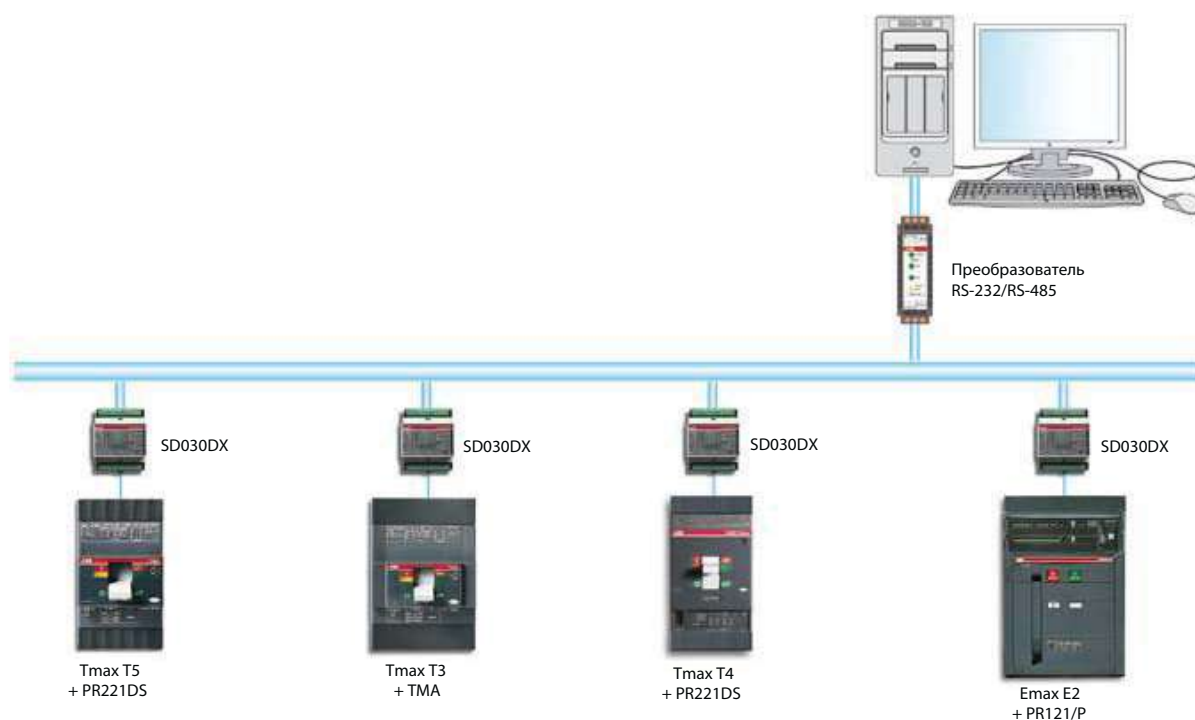
Основные характеристики SD030DX приведены в таблице ниже:

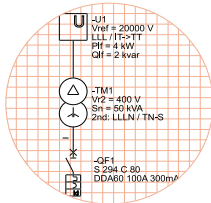
Тип устройства	Функции	Описание
SD030 DX	- 3 дискретных выхода	- Включен, отключен, полный сброс
	- 5 дискретных входов	- Опрос состояния аппарата

Рис. 19. Интерфейсный модуль SD030DX

Считывание состояния аппарата выполняется через дополнительные контакты, которые должны быть смонтированы на аппарате.

Для выполнения внешних команд аппарат должен быть оборудован соответствующими аксессуарами.





Серия проектировщика

Считывание состояния автоматического выключателя

Для считывания состояния автоматического выключателя используются до 5 дополнительных контактов, подключенных, соответственно, к пяти дискретным входам (DI1, DI2, DI3, DI4 и DI5) SD030DX.

В таблице ниже указаны:

- автоматические выключатели и выключатели-разъединители, которыми можно управлять через SD030DX;
- значение сигналов каждого дискретного входа (с соответствующим дополнительным контактом) для различных аппаратов.

Тип автоматического выключателя	Соответствующая информация					
	Пружины	Защита	Состояние автоматического выключателя			Режим управления
	Разряжены=0 Взведены=1	Норма=0 Сработала=1	Выкачен=0 Вкачен=1	Отключен=0 Включен=1	Норма=0 Сработал=1	Дистанционное=0 Локальное=1
T4-T5-T6	-	DI2 + контакт сигнализации срабатывания защиты (S51)	DI3 + контакт сигнализации положения «вкачен» (S75I/1)	DI4 + дополнительные контакты автоматического выключателя (Q/1)	DI2 + контакт сигнализации срабатывания по любой причине (SY)	DI5 + переключающий контакт сигнализации положения переключателя режима управления «локальное/дистанционное» (S3/1)
T7, X1 EH÷E6	DI1 + концевой контакт мотор-редуктора взвода пружины (S33M/1)	DI2 + контакт сигнализации выключенного состояния аппарата, вызванного срабатыванием защиты по сверхтоку (S51)	DI3 + контакт сигнализации положения «вкачен» (S75I/1)	DI4 + дополнительные контакты автоматического выключателя (Q/1)	-	DI5 + переключатель режима управления «локальное/дистанционное» (S43)
Тип выключателя-разъединителя						
T4D-T5D-T6D	-	-	DI3 + контакт сигнализации положения «вкачен» (S75I/1)	DI4 + дополнительные контакты автоматического выключателя (Q/1)	-	DI5 + переключающий контакт сигнализации положения переключателя режима управления «локальное/дистанционное» (S3/1)
T7D, X1B/MS E1/MS÷E6/MS	DI1 + концевой контакт мотор-редуктора взвода пружины (S33M/1)	-	DI3 + контакт сигнализации положения «вкачен» (S75I/1)	DI4 + дополнительные контакты автоматического выключателя (Q/1)	-	DI5 + переключатель режима управления «локальное/дистанционное» (S43)

Дистанционное управление

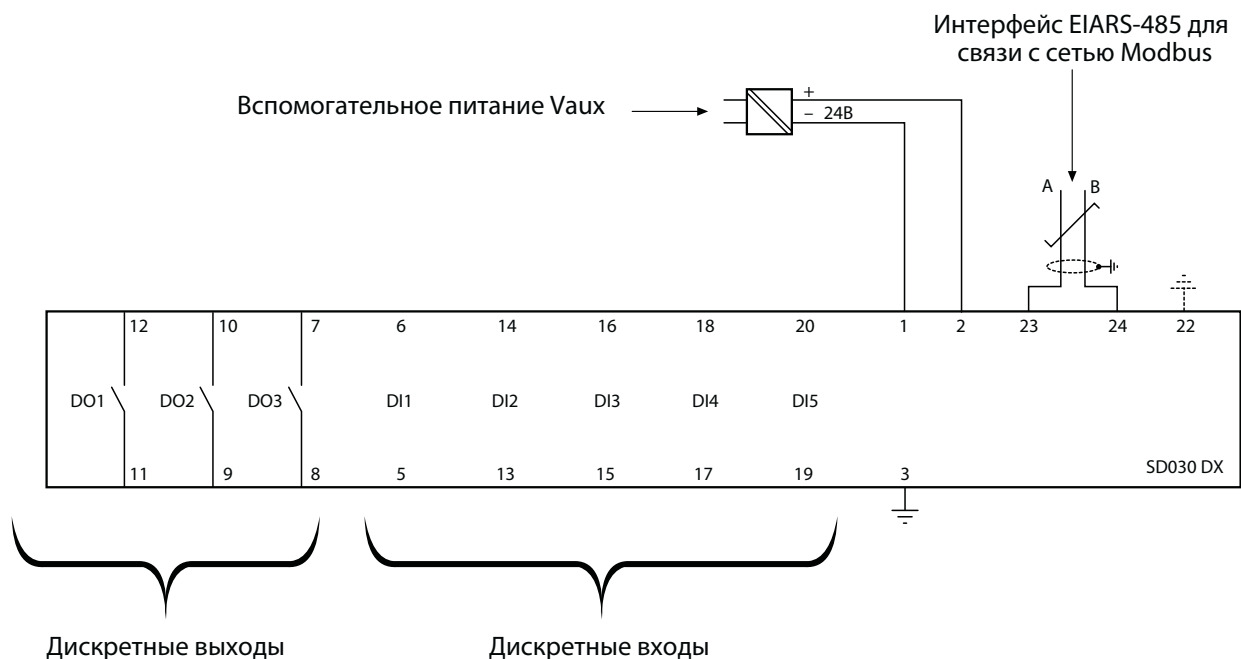
Модули SD030DX передают автоматическому выключателю/выключателю-разъединителю команды (включение, отключение и сброс аварийного срабатывания) от вышестоящей системы управления.

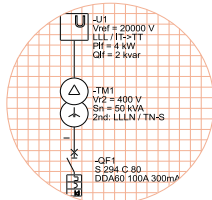
В таблице ниже указаны:

- 1) автоматические выключатели и выключатели-разъединители, которыми можно управлять дистанционно;
- 2) устанавливаемые на аппарате аксессуары для активации команд;
- 3) типы выполняемых команд.

Тип автоматического выключателя	Аксессуары для активации команд	Команды
T4-T5-T6	Моторный привод взвода пружины (МОЕ)	Включение/Отключение
T7M, X1	SOR: реле отключения SCR: реле включения YR: реле сброса после срабатывания защиты M: мотор-редуктор для автоматического взвода пружин	Включение Отключение Сброс аварийного срабатывания
EH÷E6	YO: реле отключения YC: реле включения YR: реле сброса после срабатывания защиты M: мотор-редуктор для автоматического взвода пружин	Включение Отключение Сброс аварийного срабатывания
Тип выключателя-разъединителя		
T4D-T5D-T6D	Моторный привод взвода пружины (МОЕ)	Включение/Отключение
T7D, X1B/MS	SOR: реле отключения SCR: реле включения M: мотор-редуктор для автоматического взвода пружин	Включение/Отключение
E1/MS÷E6/MS	YO: реле отключения YC: реле включения M: мотор-редуктор для автоматического взвода пружин	Включение/Отключение

Рис. 20. Схема соединений SD030DX





Серия проектировщика

Для корректной работы SD030DX к нему должны быть подключены:

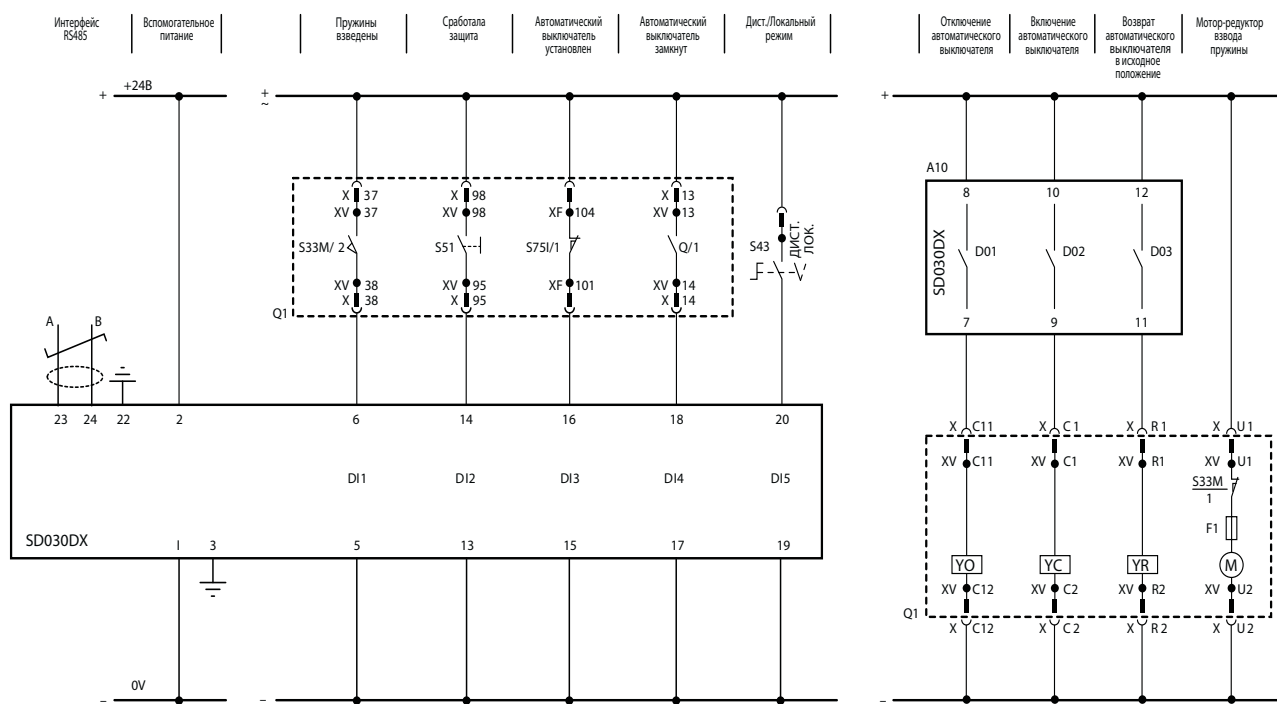
- вспомогательные цепи аппарата через дискретные входы (DI) и выходы (DO), чтобы модуль мог взаимодействовать с автоматическим выключателем: активировать команды (включение, отключение, сброс аварийного срабатывания) и передавать данные о состоянии аппарата;
- сеть Modbus через последовательный интерфейс EIA RS-485 для связи с вышестоящей диспетчерской системой (ПК, ПЛК или SCADA);
- вспомогательное питание Vaux.

На рисунке 21 для примера показана схема подключения модуля SD030DX к воздушному автоматическому выключателю типа Emax E6.

Для функционирования модуля SD030DX к нему должен быть подключен вспомогательный источник питания Vaux со следующими характеристиками:

Характеристики вспомогательного источника питания	SD030DX
Напряжение	24 В пост. тока $\pm 20\%$
Максимальные пульсации	$\pm 5\%$
Номинальная мощность при 24 В	2 Вт

Рис. 21. Схема соединений SD030DX для автоматического выключателя Emax E6



4.6 Интерфейс HMI030 на лицевой панели распределительного щита



HMI030 представляет собой дисплей, устанавливаемый на лицевой панели распределительного щита, для отображения данных воздушных автоматических выключателей Emax и Emax X1, автоматических выключателей в литом корпусе Tmax T и Tmax XT со следующими электронными расцепителями:

Автоматические выключатели	Расцепители
Emax E1÷E6	PR121/P-PR122/P-PR123/P-PR122/DC(*) -PR123/DC(*)
Emax X1	PR331/P-PR332/P-PR333/P
Tmax T7	PR331/P-PR332/P
Tmax T4-T5-T6	PR222DS/PD-PR223DS-PR223EF
Tmax XT2-XT4(*)	Ekip LSI, Ekip LSIg, Ekip E-LSIg, Ekip M-LRIU

(*) HMI030 с версией ПО 3.00 или позднее

Режим амперметра (A)

	E1÷E6-X1-T7	E2÷E6	T4-T5-T6	XT2-XT4	
	PR12x/P-PR33X/P	PR12X/DC	PR222DS/PD-PR223DS-PR223EF	Ekip LSIg/LSI - Ekip E-LSIg	Ekip M-LRIU
Фазные токи (I_{L1} - I_{L2} - I_{L3})	■	■	■	■	■
Ток нейтрали (I_{N0}) ^(*)	■			■	■
Журнал измерений (токи)	■		■	■	■

^(*)Измерения, доступные при наличии нейтрали (с четырехполюсным или трехполюсным автоматическим выключателем с трансформатором тока для внешнего нейтрального проводника).

Режим вольтметра (B)

	E1÷E6-X1-T7	E2÷E6	T4-T5-T6	XT2-XT4	
	PR122/P-PR123/P-PR332/P-PR333/P	PR12X/DC	PR223EF	PR223DS	Ekip E-LSIg
Фазные напряжения (V_{1N} - V_{2N} - V_{3N}) ^(*)	■	■	■	■	■
Остаточное напряжение ^(*)	■			■	■
Линейные напряжения ^(**)	■		■	■	■

^(*)Измерения, доступные при наличии модуля измерений (PR120/V для Emax E1÷E6, PR330/V для Emax X1 и Tmax T7, VM210 для Tmax T4-T5-T6) и нейтрали.

^(**)Измерения, доступные при наличии модуля измерений (PR120/V для Emax E1÷E6, PR330/V для Emax X1 и Tmax T7, VM210 для Tmax T4-T5-T6).

Это устройство отображает на экране электрические параметры установки и данные, обрабатываемые подключенным расцепителем.

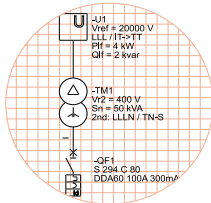
Перед вводом в эксплуатацию HMI030 можно выбрать один из перечисленных ниже режимов работы при помощи переключателя, расположенного на торце устройства.

- Режим амперметра (A)

В этом режиме отображаются значения токов в трех фазах и нейтрали на основании данных подключенного расцепителя. Помимо этого устройство может отображать значение максимального тока и фазу, в которой он зарегистрирован, согласно последним полученным данным, сохраненным в журнале измерений расцепителя. Эти данные доступны только если при обмене данными по сети Modbus HMI030 является ведущим устройством.

- Режим вольтметра (B)

В этом режиме отображаются значения фазных напряжений V_{1N} , V_{2N} , V_{3N} и значения линейных напряжений V_{12} , V_{23} , V_{31} . В этом режиме информация из журнала истории измерений не отображается.



Серия проектировщика

- Режим ваттметра (Вт)

В этом режиме согласно типу подключенного расцепителя отображаются значения активной мощности P , реактивной мощности Q и полной мощности S (суммарной и фазной).

- Пользовательский режим (А, В, Вт...)

В этом режиме отображаются значения режимов амперметра, вольтметра и ваттметра, а также согласно

типу подключенного расцепителя следующие данные: коэффициент мощности ($\cos\varphi$), частота (f), коэффициент амплитуды тока, активная мощность (P), реактивная мощность (Q), полная мощность (S) и данные последнего срабатывания (например, тип сработавшей защиты и значение тока аварии).

Режим ваттметра (Вт)

	E1÷E6-X1-T7	E2÷E6	T4-T5-T6	XT2-XT4
	PR122/P-PR123/P PR332/P-PR333/P	PR12X/DC	PR223DS	Ekip E-LSIG
Активная фазная мощность (P_1, P_2, P_3) ^(*)	■		■	■
Реактивная фазная мощность ($Q_1-Q_2-Q_3$) ^(*)	■		■	■
Полная фазная мощность ($S_1-S_2-S_3$) ^(*)	■		■	■
Суммарная активная мощность (P) ^(**)	■	■	■	■
Суммарная реактивная мощность (Q) ^(**)	■		■	■
Суммарная полная мощность (S) ^(**)	■		■	■

^(*)Измерения, доступные при наличии модуля измерения (PR120/V для Emax E1÷E6, PR330/V для Emax X1 и Tmax T7, VM210 для Tmax T4-T5-T6) и нейтрального проводника.

^(**)Измерения, доступные при наличии модуля измерения (PR120/V для Emax E1÷E6, PR330/V для Emax X1 и Tmax T7, VM210 для Tmax T4-T5-T6).

Пользовательский режим (А, В, Вт...)

	E1÷E6-X1-T7		E2÷E6	T4-T5-T6			XT2-XT4		
	PR121/P- PR331/P	PR122/P- PR123/P PR332/P- PR333/P	PR12X/DC	PR222DS/PD	PR223EF	PR223DS	Ekip E-LSIG	Ekip LSI/LSI	Ekip M-LRIU
Фазные токи ($I_{L1}-I_{L2}-I_{L3}$)	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Ток нейтрали (I_{N0}) ^(*)	■	■		■	■	■	■	■	
Журнал измерений (токи)	■	■	■						
Фазные напряжения ($V_{1N}-V_{2N}-V_{3N}$) ^(*)		■	■		■	■	■		
Остаточное напряжение ^(**)		■				■	■		
Линейные напряжения		■			■	■	■		
Активная фазная мощность ($P_1-P_2-P_3$) ^(**)		■				■	■		
Реактивная фазная мощность ($Q_1-Q_2-Q_3$) ^(**)		■				■	■		
Полная фазная мощность ($S_1-S_2-S_3$) ^(**)		■				■	■		
Суммарная активная мощность (P) ^(**)		■	■			■	■		
Суммарная реактивная мощность (Q) ^(**)		■				■	■		
Суммарная полная мощность (S) ^(**)		■				■	■		
Суммарный коэффициент мощности ($\cos\varphi_{\text{сум}}$) ^(**)		■				■	■		
Частота ^(**)		■				■	■		
Коэффициент амплитуды фазного тока		■				■			
Коэффициент амплитуды нейтрали ^(*)		■				■			
Суммарная активная энергия ^(**)		■	■			■	■		
Суммарная реактивная энергия ^(**)		■				■	■		
Суммарная полная энергия ^(**)		■				■	■		
Дата последнего срабатывания по защите	■	■	■	■	■	■	■	■	■

^(*)Измерения, доступные при наличии нейтрали (с четырехполюсным автоматическим выключателем или трехполюсным автоматическим выключателем с трансформатором тока для внешнего нейтрального проводника).

^(**)Измерения, доступные при наличии модуля измерения (PR120/V для Emax E1÷E6, PR330/V для Emax X1 и Tmax T7, VM210 для Tmax T4-T5-T6) и нейтрального проводника.

^(**)Измерения, доступные при наличии модуля измерения (PR120/V для Emax E1÷E6, PR330/V для Emax X1 и Tmax T7, VM210 для Tmax T4-T5-T6).

При работе с выносным дисплеем HMI030 интерфейс RS485 (клеммы 3 и 4) несовместим с интерфейсом CAN (клеммы 7 и 8). Следовательно, **одновременный обмен данными по сети Modbus и внутренней шине WI (шина CAN предназначена для устройств АББ) невозможен.**

К одной шине можно подключить только один блок HMI030 в одном рабочем режиме. Для функционирования блока HMI030 к нему должен быть подключен вспомогательный источник питания V_{aux} со следующими характеристиками:

Напряжение	24 В пост. тока $\pm 20\%$
Максимальные пульсации	$\pm 5\%$
Номинальная мощность	1,4 Вт при 24 В пост. тока

В качестве вспомогательного источника питания должен выступать гальванически развязанный внешний источник питания. Для заземления вспомогательного источника питания необходимо использовать гальванически изолированные преобразователи, соответствующие стандарту МЭК 60950 (UL 1950) или эквивалентным МЭК 6036441 и CEI 64-8, которые гарантируют, что синфазный ток или ток утечки (см. МЭК 478/1 и CEI 22/3) не превысит 3,5 мА.

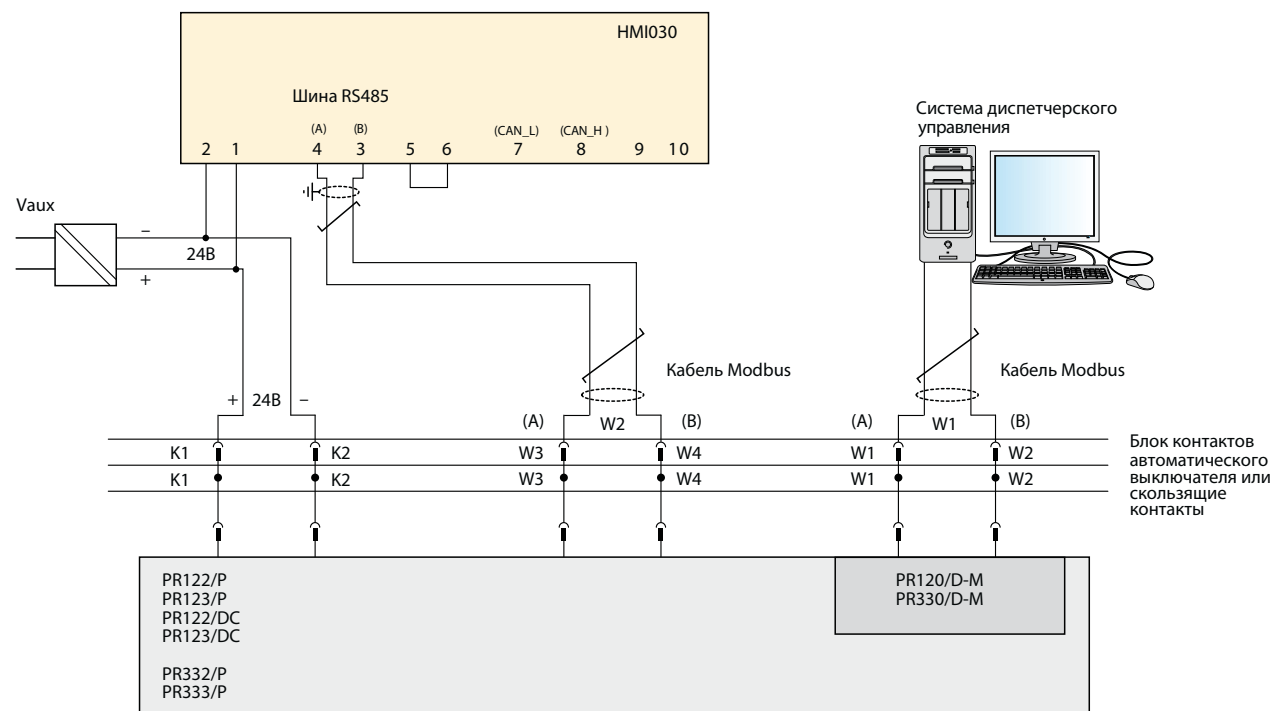
Ниже приведены несколько примеров схем соединений использования блока HMI030.

Подробную информацию по использованию и техническим характеристикам устройства см. в техническом каталоге «Выносной дисплей HMI030» (код документа 1SDH000573R0001).

Emax E1÷E6 - Emax X1 - Tmax T7

Для воздушных автоматических выключателей Emax E1÷E6, Emax X1 и автоматических выключателей в литом корпусе Tmax T7 доступны следующие конфигурации:

- Диспетчерское управление и индикация на лицевой панели



Блок HMI030 настроен на обмен данными по сети Modbus в режиме ведущего устройства.

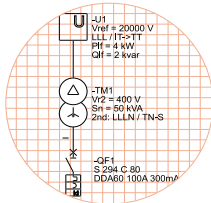
W1: Системная шина распределителя (клеммы W1 и W2)

W2: Локальная шина распределителя (клеммы W3 и W4)

K1-K2: вспомогательное питание V_{aux}

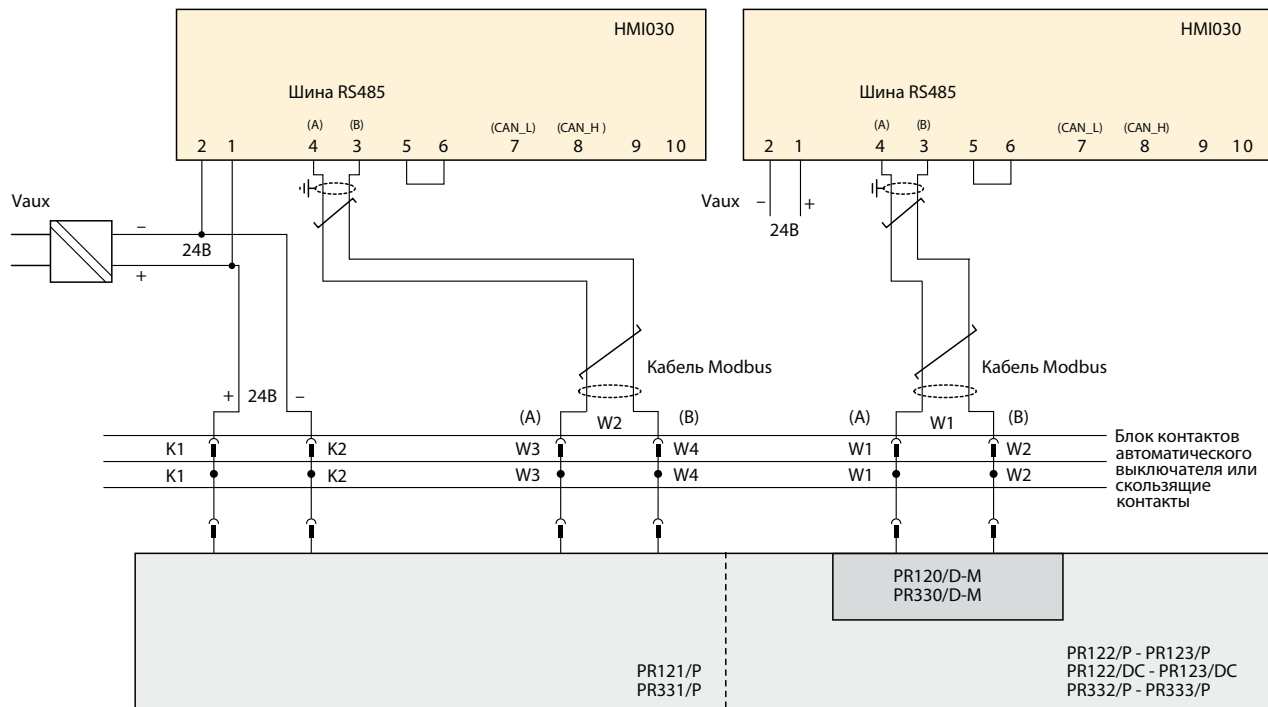
Для соединения распределителя и HMI030 используется экранированный кабель типа «витая пара» с характеристическим импедансом 120 Ω (тип кабеля Belden 3105 или эквивалентный). Экран должен быть заземлен с одного конца соединения. Максимальная рекомендуемая длина соединения между HMI030 и распределителем составляет 15 м.

В этой конфигурации к распределителю можно подключить только один блок HMI030 по шине W2.



Серия проектировщика

- Индикация на лицевой панели



Блок HMI030 настроен на обмен данными по сети Modbus в режиме ведущего устройства.

W1: Системная шина распределителя (клеммы W1 и W2)

W2: Локальная шина распределителя (клеммы W3 и W4)

K1-K2: вспомогательное питание Vaux

Максимальная рекомендуемая длина соединения между HMI030 и распределителем по шине W2 составляет 15 м.

⁽¹⁾ При использовании системной шины распределителя W1 максимальная рекомендуемая длина соединения между HMI030 и распределителем составляет 300м.

В этом случае необходимо:

- для соединения HMI030 и распределителя использовать модуль связи PR120/D-M (PR330/D-M);
- HMI030 должен быть подключен к системной шине распределителя W1;
- установить блок HMI030 в режим ведущего устройства;
- использовать интерфейс связи Modbus RS485 (клеммы 3 и 4);
- установить следующие параметры связи распределителя:
 - Адрес: 3;
 - Скорость передачи данных: 19200 бит/с;
 - Контроль четности: по нечетности (EVEN);
 - Стоповый бит: 1.

Для соединения распределителя и HMI030 используется экранированный кабель типа «витая пара» с характеристическим импедансом 120 Ω (тип кабеля Belden 3105 или эквивалентный). Экран должен быть заземлен с одного конца соединения.

В этой конфигурации к распределителям PR121/P и PR331/P можно подключить только один блок HMI030 по локальной шине W2.

К распределителям PR122/P, PR123/P, PR332/P, PR333/P, PR122/DC и PR123/DC в этой конфигурации можно подключить до двух блоков HMI030: первый - к локальной шине W2 и второй - к системной шине W1 (см.⁽¹⁾).

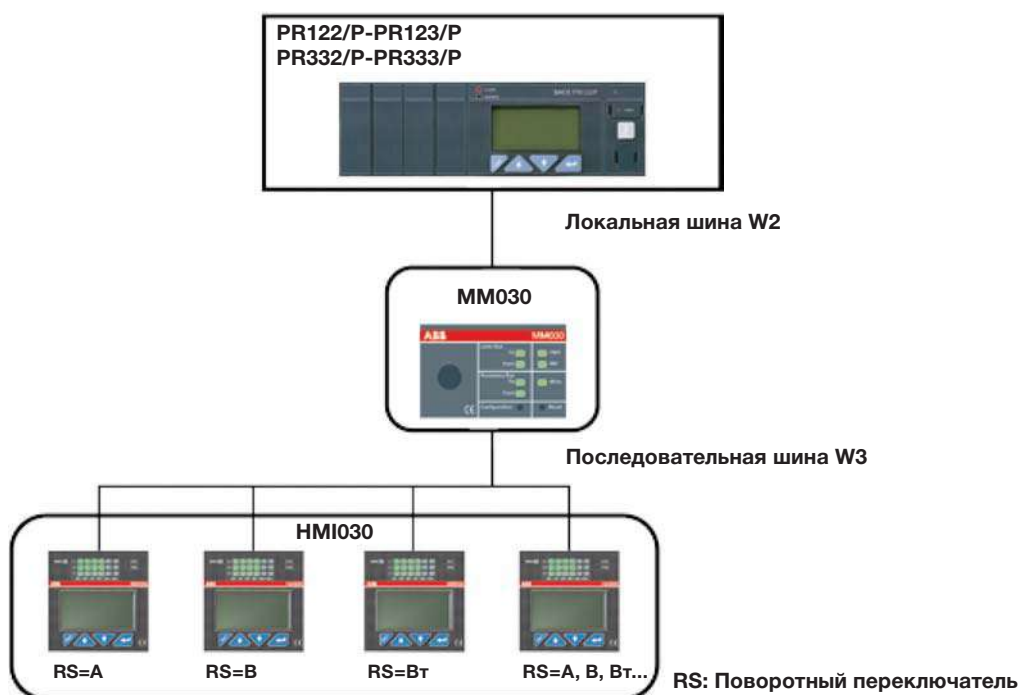
Поскольку блоки HMI030 подключены к разным шинам, то они могут функционировать в одном рабочем режиме.

- Индикация на лицевой панели с несколькими блоками HMI030

К одному расцепителю можно подключить до четырех блоков HMI030 по одной шине при соблюдении следующих условий:

- тип расцепителя PR122/P-PR123/P или PR332/P-PR333/P;
- каждый блок HMI030 оснащен ПО версии 2.00 или более поздней и выступает в режиме ведомого устройства;
- используемый интерфейс связи Modbus RS485 (клеммы 3 и 4);
- наличие блока MM030 (питание от вспомогательного источника 24В пост. тока ($P_{ном} = 2,5 \text{ Вт}$ при 24В));
- для каждого блока HMI030 выбран различный режим работы (амперметр, вольтметр, ваттметр или пользовательский).

Принципиальная схема



W2: Локальная шина расцепителя (клеммы W3 и W4) и блока MM030 (клеммы 10 и 11)

W3: Последовательная шина блока MM030 (клеммы 13 и 14)

Максимальная рекомендуемая длина локальной шины W2 составляет 15 м.

Максимальная рекомендуемая длина последовательной шины W3 составляет 300 м.

Для подключения используется экранированный кабель типа «витая пара» с характеристическим импедансом 120 Ω (тип кабеля Belden 3105 или эквивалентный).

При соединении расцепителя и MM030 рекомендуется заземлить экран с одного конца соединения со стороны расцепителя.

При подключении последовательной шины W3 рекомендуется заземлить экран с одного конца соединения со стороны блока MM030.

Инструкции по монтажу проводки из технического каталога «Интерфейсы Flex для последовательной шины» приведены ниже.

К расцепителям PR121/P и PR331/P можно подключить до двух блоков HMI030 в двух различных режимах работы: режим амперметра (A) и пользовательский режим (A, B, Bt...).

В этой конфигурации для осуществления обмена данными между расцепителем и интерфейсами HMI030 требуется блок MM030.

MM030 представляет собой устройство на основе микропроцессора с двумя различными каналами связи:

- одна последовательная шина W2 для подключения и связи с расцепителем по системной шине расцепителя W1;

- одна последовательная шина W3 для подключения и связи с блоками HMI030.

Таким образом, MM030 получает данные от расцепителя по шине W2 и посылает их на блоки HMI030, подключенные к нему по шине W3, в результате чего на лицевой панели отображаются измеренные электрические параметры.

Для получения подробной информации см. технический каталог «Интерфейсы Flex для последовательной шины» (код документа: 1SDH000622R0001).



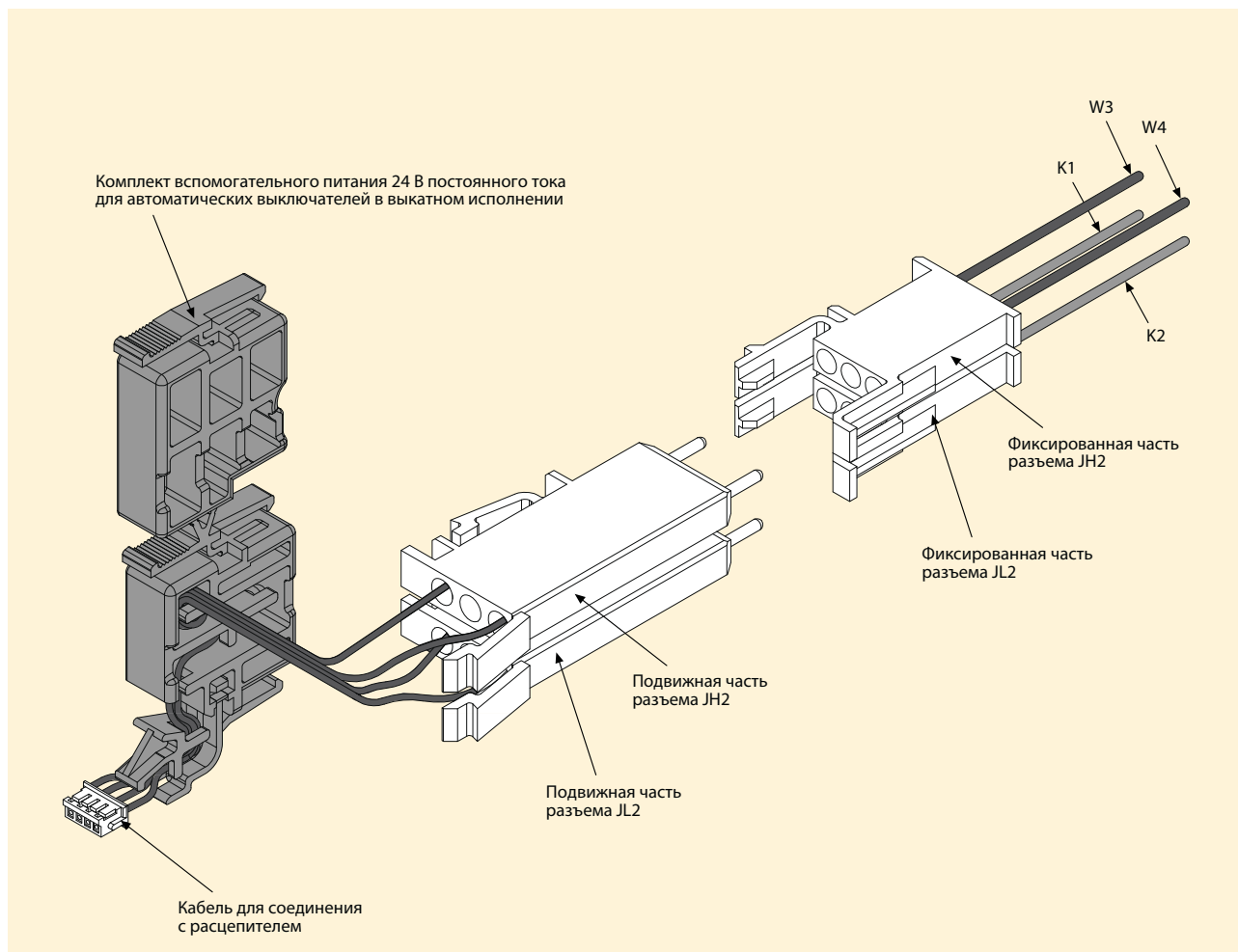
34 | Применение автоматических выключателей АББ в цифровых системах автоматизации

- Индикация на лицевой панели

Для реализации этой конфигурации при подключении электронных расцепителей Ekip E-LSIG, Ekip LSI, Ekip LSIG и Ekip M-LRIU к блоку HMI030 необходимо использовать специальный комплект вспомогательного питания 24 В постоянного тока.

Комплект вспомогательного питания 24 В постоянного тока доступен в двух исполнениях: для автоматических выключателей в стационарном/втычном исполнении и для автоматических выключателей в выкатном исполнении.

Рис. 22. Комплект вспомогательного питания 24 В постоянного тока для автоматических выключателей в выкатном исполнении



JL2-JH2: Разъемы для вспомогательных цепей автоматических выключателей в выкатном исполнении

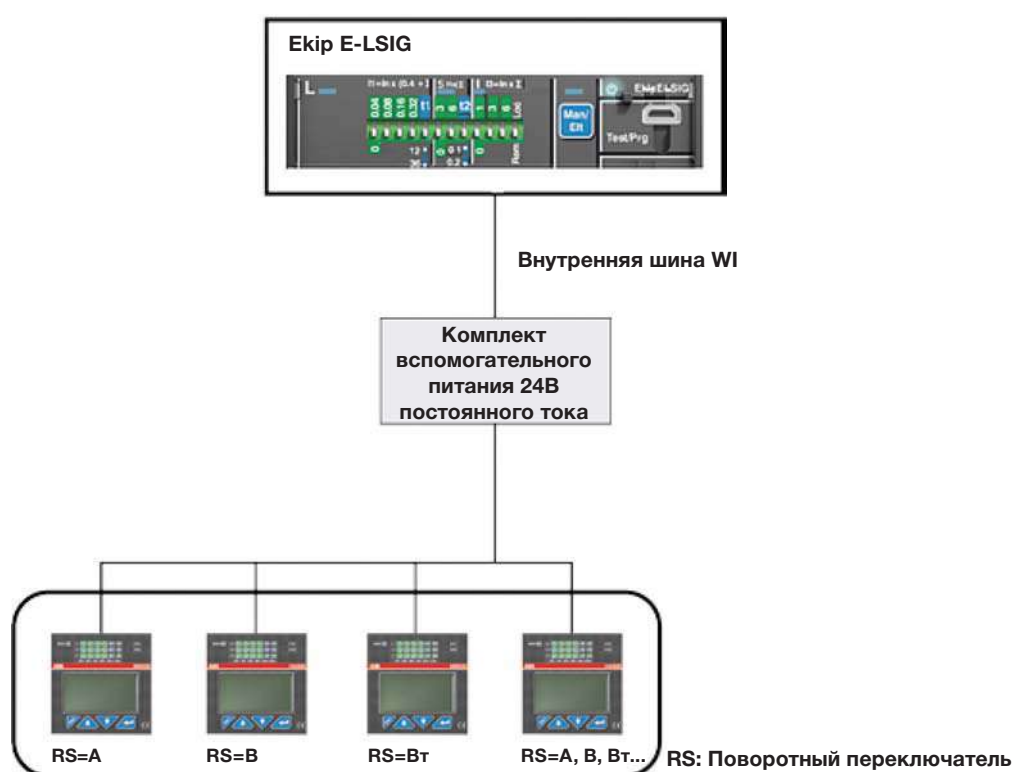


- Индикация на лицевой панели с несколькими блоками HMI030

К одному расцепителю можно подключить до четырех блоков HMI030 по одной шине при соблюдении следующих условий:

- тип расцепителя Ekip E-LSIG;
- каждый блок HMI030 оснащен версией ПО 3.00 или более поздней, он функционирует в режиме ведущего устройства и осуществляет обмен данными по внутренней шине WI (клеммы 7 и 8);
- для каждого блока HMI030 выбирается один из четырех различных режимов работы (амперметр, вольтметр, ваттметр или пользовательский).

Принципиальная схема



WI: внутренняя шина расцепителя (интерфейс CAN предназначен для устройств АББ; кабели W3 и W4 комплекта вспомогательного питания 24 В постоянного тока)

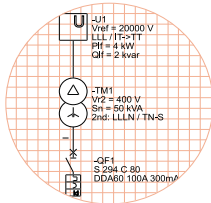
Максимальная рекомендуемая длина локальной шины WI составляет 15 м.

Для увеличения длины с 15 м до 300 м необходимо:

- установить каждый блок HMI030 в режим ведущего устройства и использовать интерфейс связи Modbus RS485 (клеммы 3 и 4);
- использовать модуль связи Ekip Com вместо комплекта вспомогательного питания 24 В пост. тока;
- подключить расцепитель к блокам HMI030 по системной шине расцепителя WS (кабели W1 и W2 модуля Ekip Com);
- установить следующие параметры связи расцепителя:
 - Адрес: 247;
 - Скорость передачи данных: 19200 бит/с;
 - Контроль четности: по нечетности (EVEN);
 - Стоповый бит: 1.

Для соединения расцепителя и блоков HMI030 используется экранированный кабель типа «витая пара» с характеристическим импедансом равным 120 Ω (тип кабеля Belden 3105 или эквивалентный). Рекомендуется, заземлить экран с одного конца соединения со стороны расцепителя.

К расцепителям Ekip LSI, Ekip LSIg или Ekip M-LRIU можно подключить до двух блоков HMI030 по одной шине WI с двумя различными режимами работы: режим амперметра (А) и пользовательский режим (А, В, Вт...).

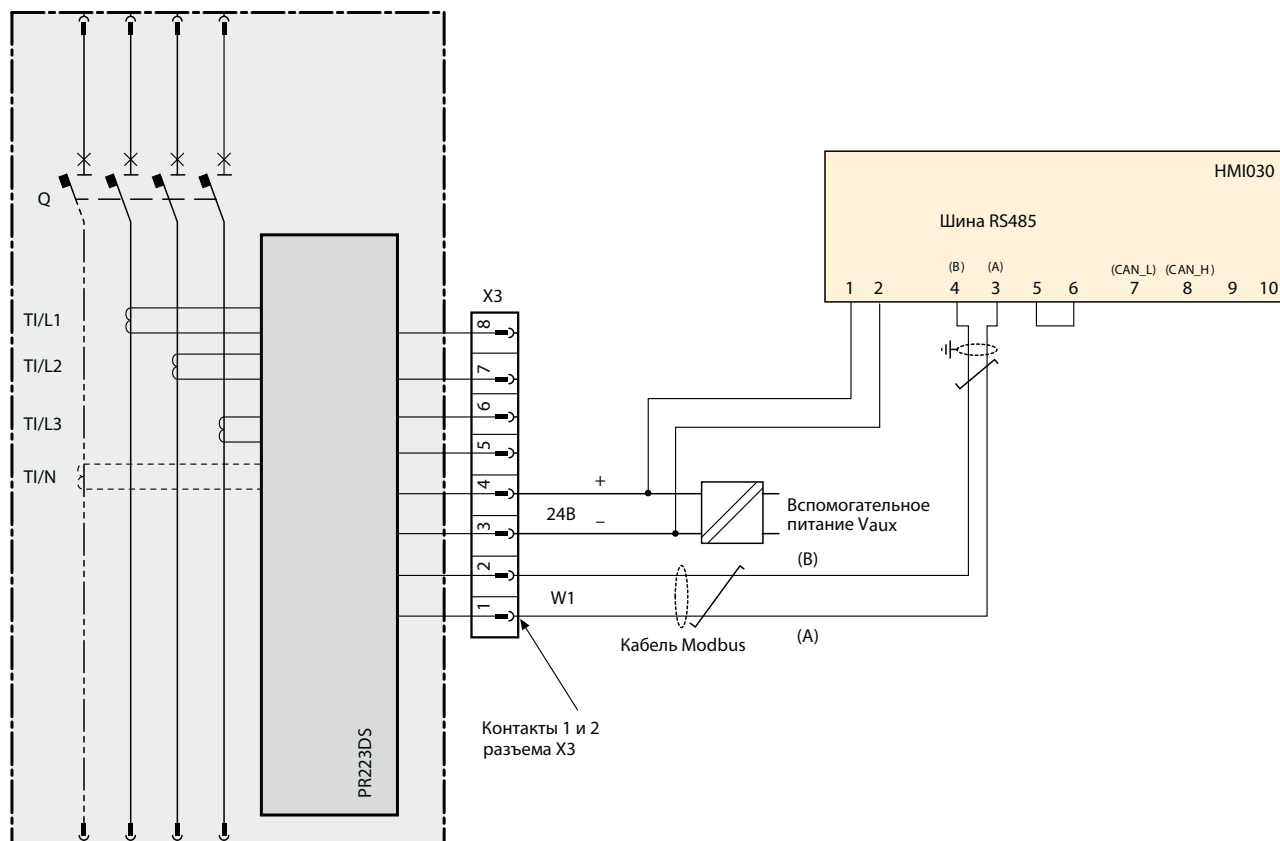


Серия проектировщика

Автоматические выключатели в литом корпусе Tmax T4-T5-T6

Для автоматических выключателей в литом корпусе Tmax T4-T5-T6 с электронными расцепителями PR222DS/PD, PR223DS и PR223EF доступны следующие конфигурации:

- Индикация на лицевой панели



HMI030 функционирует в режиме ведущего устройства и осуществляет обмен данными по сети Modbus.

W1: системная шина расцепителя

Максимальная рекомендуемая длина системной шины W1 составляет 300 м.

Для соединения расцепителя и блока HMI030 используется экранированный кабель типа «витая пара» с характеристическим импедансом 120 Ω (тип кабеля Belden 3105 или эквивалентный). Экран должен быть заземлен с одного конца соединения. Для использования этой конфигурации необходимо настроить следующие параметры расцепителя:

- Адрес: 247;
- Скорость передачи данных 19200 бит/с;
- Контроль четности: по нечетности (EVEN);
- Стоповый бит: 1.

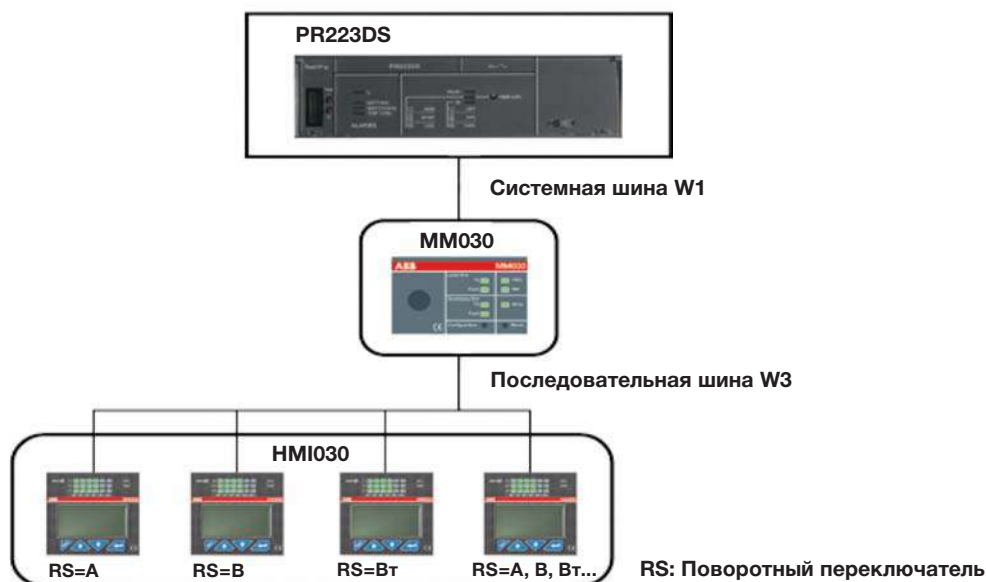
В этой конфигурации к расцепителю можно подключить только один блок HMI030 по системной шине W1.

- Индикация на лицевой панели с несколькими блоками HMI030

К одному расцепителю по одной шине можно подключить до четырех блоков HMI030 при соблюдении следующих условий:

- тип расцепителя PR223DS;
- установлены следующие параметры связи расцепителя: Адрес: 247; Скорость передачи данных: 19200 бит/с; Контроль четности: по нечётности EVEN; Стоповый бит: 1;
- для каждого блока HMI030 выбран различный рабочий режим (амперметр, вольтметр, ваттметр или пользовательский);
- каждый блок HMI030 оснащен ПО версии 2.00 или более поздней и выступает в роли ведомого устройства;
- используется интерфейс связи Modbus RS485 (клеммы 3 и 4);
- наличие блока MM030 (питание от вспомогательного источника 24В пост. тока ($P_{ном} = 2,5 \text{ Вт}$ при 24В));

Принципиальная схема



W1: системная шина расцепителя, поддерживающая обмен данными с локальной шиной W2 блока MM030 (контакты 10 и 11)
W3: последовательная шина блока MM030 (контакты 13 и 14)

Максимальная рекомендуемая длина соединения (системной шины W1) между MM030 и расцепителем составляет 200 м. Максимальная рекомендуемая длина последовательной шины W3 составляет 300 м. Для соединения используется экранированный кабель типа «витая пара» с характеристическим импедансом 120 Ω (например, тип кабеля Belden 3105 или эквивалентный).

Для соединения расцепителя и MM030 по системной шине W1 рекомендуется заземлить экран с одного конца соединения со стороны расцепителя. При монтаже последовательной шины W3 рекомендуется заземлить экран с одного конца соединения со стороны блока MM030.

При монтаже проводки необходимо следовать инструкциям, приведенным ниже в техническом каталоге «Интерфейсы Flex для последовательной шины».

К расцепителям PR223EF можно подключить до трех блоков HMI030 с различными режимами работы: режим амперметра (A), вольтметра (B) и пользовательский режим (A, B, Вт...).

К расцепителям PR222DS/PD можно подключить два блока HMI030 с различными режимами работы: режим амперметра (A) и пользовательский режим (A, B, Вт...).

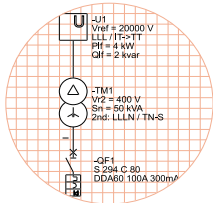
В этой конфигурации для осуществления обмена данными между расцепителем и интерфейсами HMI030 требуется блок MM030.

MM030 представляет собой устройство на основе микропроцессора с двумя различными каналами связи:

- одна последовательная шина W2 для подключения и связи с расцепителем по системной шине расцепителя W1;
- одна последовательная шина W3 для подключения и связи с блоками HMI030.

Таким образом, MM030 получает данные от расцепителя по шине W2 и отправляет их на блоки HMI030, подключенные к нему по шине W3, и измеренные электрические параметры отображаются на лицевой панели.

Для получения подробной информации см. технический каталог «Интерфейсы Flex для последовательной шины» (код документа: 1SDH000622R0001”).



Серия проектировщика

4.7 Сеть Modbus RS-485 (правила разводки)

По сравнению с разводкой сетей питания, разводка промышленных сетей обмена данными более сложна и может вызвать определенные трудности, если монтажник не имеет опыта развертывания коммуникационных систем Modbus.

Система Modbus RS-485 объединяет одно ведущее и одно или несколько ведомых устройств. Далее по тексту под ведомыми устройствами будут пониматься только автоматические выключатели АББ, хотя разводка выполняется одинаково для всех Modbus-устройств.

Ниже приведены основные правила, которых следует придерживаться при разводке сетей такого типа.

1. Соединительный порт

Каждое устройство оборудовано коммуникационным портом с двумя контактами, называемыми обычно А и В. К этим двум контактам подключается коммуникационный кабель, в результате все взаимодействующие приборы соединяются параллельно.

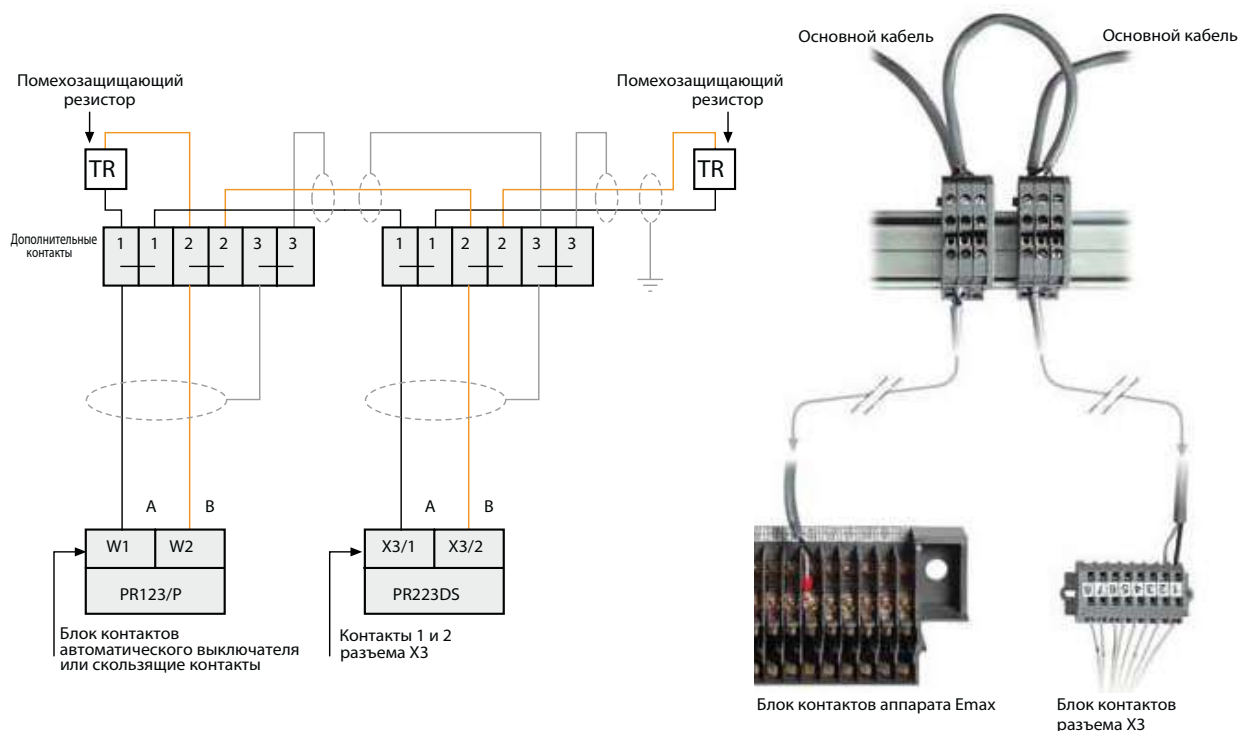
Все контакты А и В должны соединяться между собой: А - с А, В - с В. Инверсное подключение (А к В) нарушит работу не только данного устройства, но и всей коммуникационной системы из-за отсутствия обратного постоянного напряжения на контактах неправильно подключенного устройства.

Сведения о коммуникационных контактах выключателей АББ представлены в следующей таблице:

Автоматический выключатель	Расцепитель	Контакт А (-)	Контакт В (+)	Примечание
Emax	PR122/P и PR123/P	W1	W2	Блок контактов автоматического выключателя или скользящие контакты
Emax X1 Tmax T7/T7M	PR332/P и PR333/P	W1	W2	Блок контактов автоматического выключателя или скользящие контакты
Tmax T4-T5-T6	PR222DS/PD PR223EF PR223DS	X3/1	X3/2	Контакты 1 и 2 разъема X3
Tmax XT2 - XT4	Ekip E-LSIG Ekip LSI Ekip M-LRIU	кабель W1	кабель W2	- кабели W1 и W2, отходящие от модуля Ekip Com со стационарным автоматическим выключателем; - кабели W1 и W2, отходящие от фиксированной части (корзины) разъема JF3 для выкатных автоматических выключателей; - кабели, отходящие от контактов 1 (для W1) и 2 (для W2) фиксированной части (корзины) 6-ти штырькового штепсельного адаптера XC5 на торце панели для втычных автоматических выключателей.

В этой таблице приведена информация, содержащаяся в схеме соединений в Приложении С.

Рис. 23. Схема подключения автоматических выключателей Emax и Tmax к коммуникационной сети Modbus



Чтобы избежать ошибок при подключении нескольких устройств, рекомендуется использовать один и тот же цвет для всех проводов, подключаемых, соответственно к контактам А и В данных устройств (например, белый для А и синий для В); это упростит поиск неправильных подключений.

Коммуникационный порт ведущего устройства (любого) также имеет два контакта, соответствующих контактам А и В. Некоторые изготовители маркируют их Tx- и Tx+, или Data- и Data+, или просто RS-485+ и RS-485-.

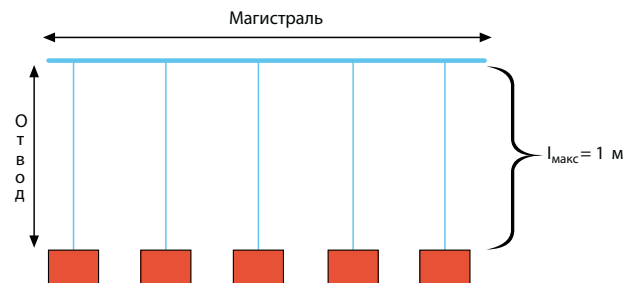
2. Подключение устройства

При разводке шлейфа, в отличие от систем распределения электроэнергии, нужно предусмотреть возможность параллельного подключения устройств.

В системе Modbus RS-485 с выключателями АББ требуется главный кабель (шина или магистраль) длиной не более 700 м, к которому через ответвления (называемые также отводами), подключаются все устройства. Для выключателей АББ длина отводов не должна превышать 1 м.

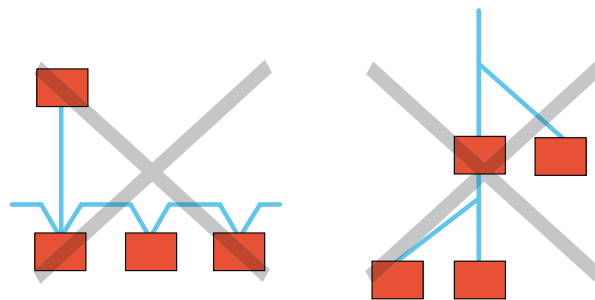
Длинные отводы могут способствовать отражению сигналов, создающему помехи и являющемуся причиной ошибок при передаче данных. На рис. 23а показан пример правильного подключения шлейфом.

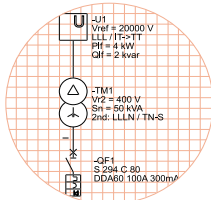
Рис. 23а. Сеть с топологией «шина» («шлейф»)



На рис. 24 показаны примеры неправильного подключения к шине.

Рис. 24. Примеры неправильного подключения к шине





Серия проектировщика

3. Максимальная длина соединений и количество устройств

Длина главной шины не должна превышать 700 м без учета длины отводов (тем не менее, они должны быть короткими). Максимальное количество устройств, которое можно подключить к главной шине, равно 32, включая ведущее.

4. Использование повторителей

Для увеличения протяженности сети Modbus можно использовать повторители - устройства, усиливающие и регенерирующие сигнал, и имеющие два коммуникационных порта для передачи сигналов в обоих направлениях.

При использовании повторителей основной кабель разделяется на сегменты, каждый из которых может достигать длины 700 м и содержать до 32 подключенных устройств, включая повторители. Рекомендуемое максимальное количество последовательно включенных повторителей - 3. Большее количество повторителей может вызвать чрезмерные задержки передачи данных в коммуникационной системе.

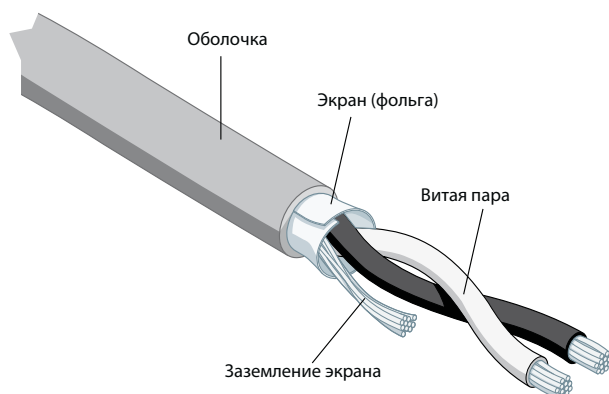
5. Тип кабеля

Кабель должен быть экранированной витой парой (типа телефонного).

Для автоматических выключателей АББ рекомендуется использовать кабель Belden 3105A, но можно применять и другие кабели с эквивалентными характеристиками.

Витая пара состоит из двух изолированных проводов, свитых между собой. Это повышает стойкость к электромагнитным помехам, потому что кабель образует серию витков, каждый из которых направлен в противоположную сторону по отношению к предыдущему. Таким образом, окружающее электромагнитное поле пересекает каждую пару витков в противоположных направлениях и, следовательно, его воздействие сильно снижается (теоретически, влияние поля на каждый виток в точности противоположно влиянию на следующий виток и, следовательно, результирующий эффект равен нулю). В качестве экрана может использоваться оплетка из тонких проводов или металлическая фольга. Оба типа экранов обладают эквивалентными характеристиками.

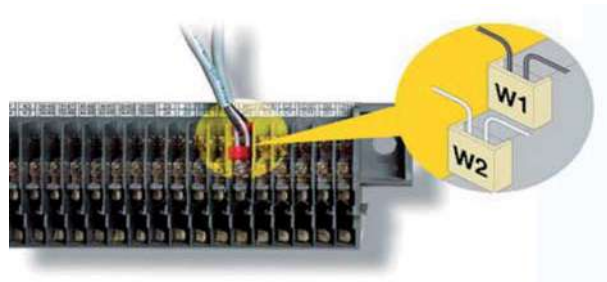
Рис. 25. Структура экранированной витой пары



6. Подключение к контактам

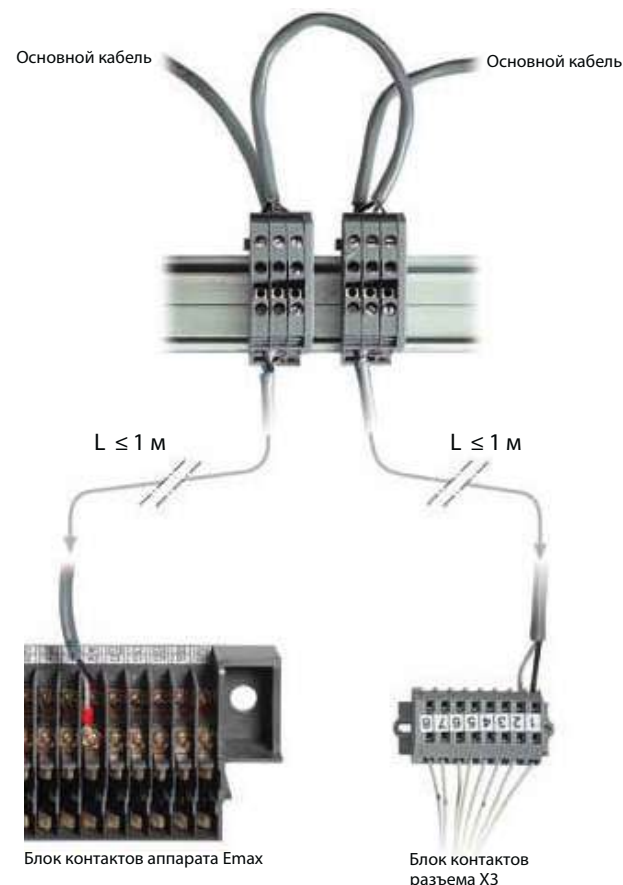
В некоторых странах разрешается вставлять в один зажим два провода. В этом случае можно подключить главный кабель прямо к зажимам блока контактов выключателя без отвода, как показано на рис. 26.

Рис. 26. Подключение главного кабеля прямо к зажимам блока контактов выключателя



Если же зажим рассчитан на подключение только одного провода, следует создать отвод через дополнительные трехполюсные блоки контактов для каждого подключаемого выключателя, как показано на рисунке 27.

Рис. 27. Подключение к блоку контактов выключателя через дополнительный клеммный блок



7. Заземление экрана

Экран кабеля нужно соединить с землей в одной точке. Обычно заземление выполняется на одном из концов главного кабеля. Примеры правильного и неправильного заземления показаны на рисунке 28.

Рис. 28. Примеры правильного и неправильного заземления экрана

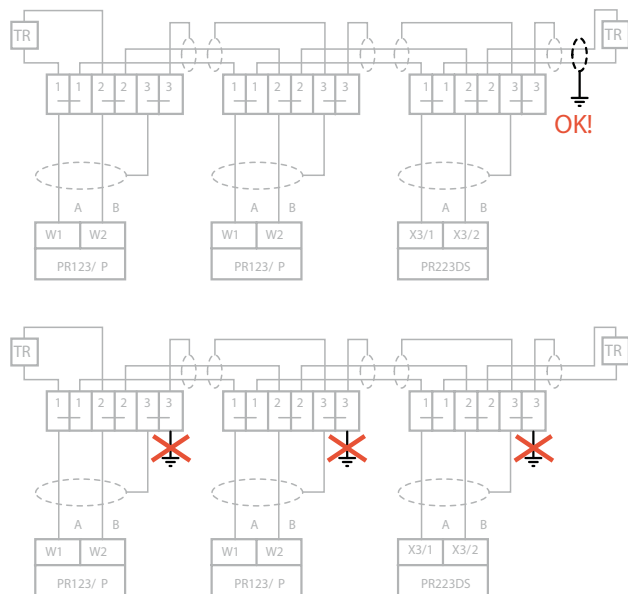
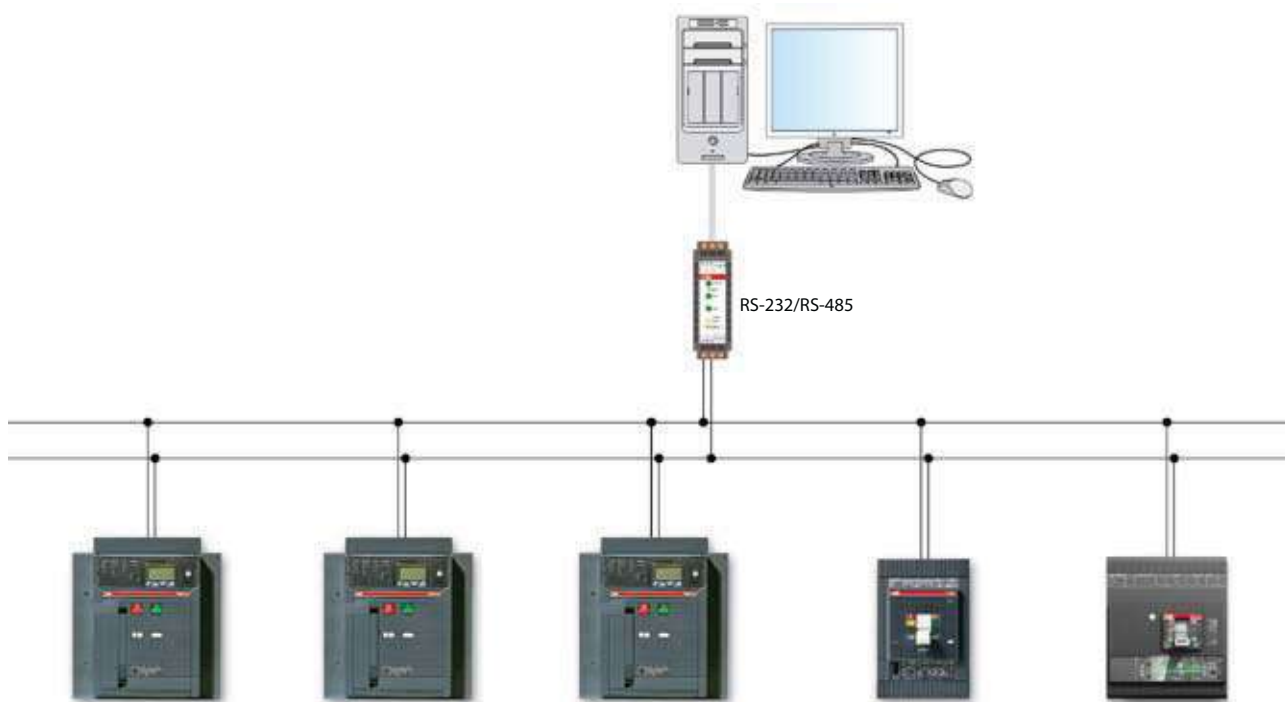


Рис. 29. Подключение ПК к шине через преобразователь последовательного интерфейса RS-232/RS-485 ILPH



8. Помехозащищающие резисторы

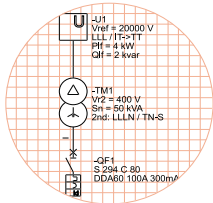
Во избежание отражения сигналов на обоих концах главного кабеля необходимо установить помехозащищающие резисторы 120 Ом.

Автоматические выключатели АББ Еmax, воздушные автоматические выключатели Еmax Х1 и автоматические выключатели в литом корпусе Тmax не оборудованы встроенными помехозащищающими резисторами. При подключении других устройств, помимо выключателей АББ, нужно проверить, оборудованы ли они такими резисторами (обычно данные резисторы можно подключать и отключать непосредственно на самом устройстве).

Помехозащищающий резистор должен быть подключен к обоим концам главного кабеля. Если общая длина главного кабеля не превышает 50 м, то резисторы на его концах можно не устанавливать.

9. Подключение к персональному компьютеру

Если в роли ведущего устройства выступает персональный компьютер, подключение к шине выполняется обычно через преобразователь последовательного интерфейса RS-232/RS-485, как показано на следующем рисунке.



Серия проектировщика

4.7.1 Работа системы Modbus RTU

Управление потоком информации по шине осуществляется через процедуру типа «Ведущий/Ведомый», причем в роли ведущего устройства выступает ПК или ПЛК, а в роли ведомого - выключатели. Ведущее устройство управляет всем трафиком по шине, и только оно может инициировать обмен данными. Оно передает данные или команды ведомым устройствам и запрашивает от них передачу данных. Ведомые устройства передают данные только в ответ на запрос ведущего.

Ведомые устройства не могут взаимодействовать непосредственно друг с другом: например, чтобы передать данные из одного ведомого устройства в другое, надо, чтобы ведущее устройство прочло данные из первого ведомого устройства, а затем передало их второму ведомому устройству. Однако концепция применения выключателей АББ не предусматривает выполнения подобной задачи. Обмен данными между выключателем (ведомым устройством) и ПК (ведущим устройством) выполняется в следующей последовательности:

- 1) ПК передает на шину команду⁹ или запрос;
- 2) Опрашиваемый выключатель отвечает, выполняя

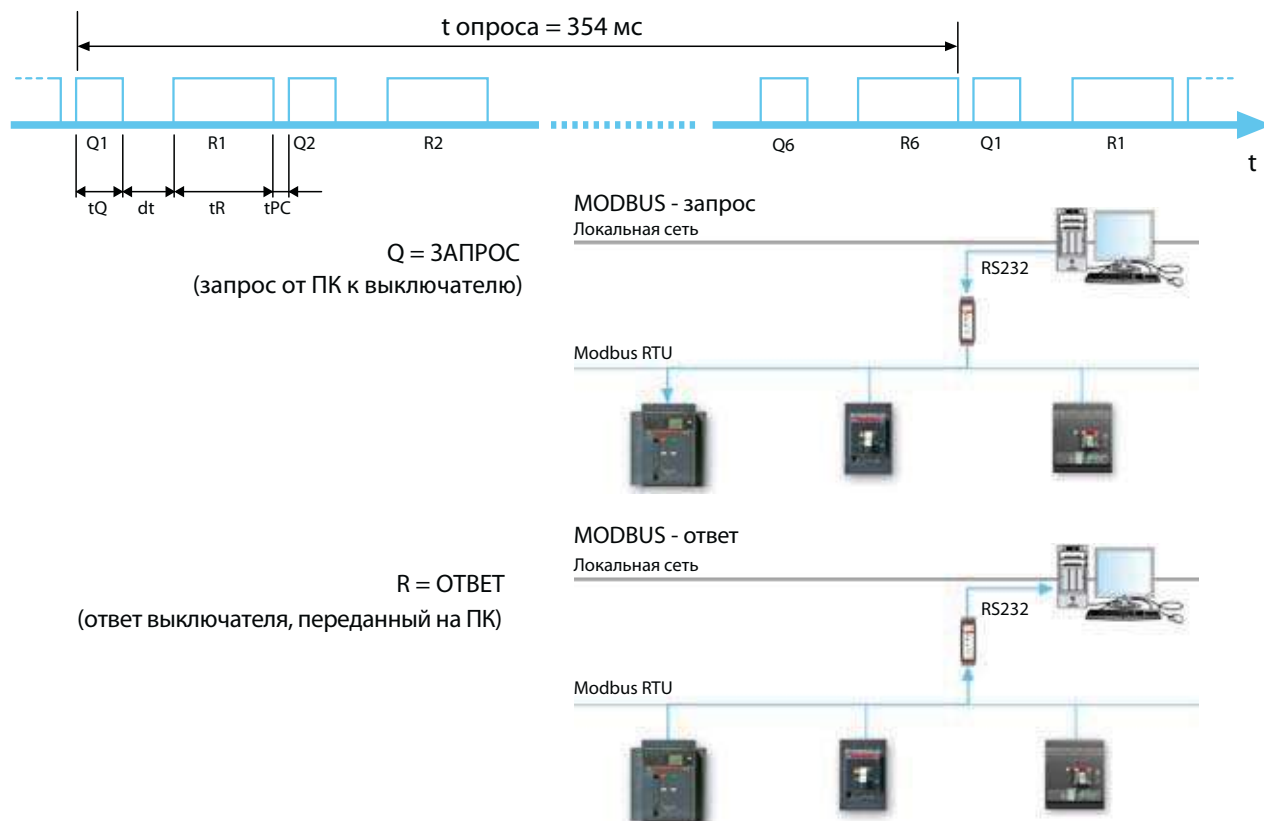
соответствующее действие, которое может быть следующим:

- выполнение полученной команды;
- отправка запрошенных данных;
- извещение ведущего устройства о том, что запрос выполнить невозможно.

Выключатели опрашиваются компьютером с определенной периодичностью, то есть циклически, один за другим, поэтому полное сканирование распределительной электроустановки занимает некоторое предсказуемое время (период опроса).

Например, мы хотим считать значения токов шести выключателей Tmax с электронным расцепителем PR22DS/PD. Длительность взаимодействия ПК с каждым выключателем складывается из:

- времени опроса t_Q , необходимого ПК для опроса выключателя): 7мс;
- времени интервала dt между запросом и ответом: 43 мс;
- времени ответа t_R , необходимого выключателю для ответа на запрос: 9мс.



Исходя из этого, следует, что время опроса одного выключателя составляет примерно 59 мс. Считая его одинаковым для всех аппаратов, можно рассчитать примерный период опроса всех выключателей, который составит $59 \times 6 = 354$ мс.

При расчете периода опроса, время обработки в компьютере tPC (период от конца ОТВЕТА выключателя до начала ОПРОСА следующего выключателя) считается пренебрежимо малым.

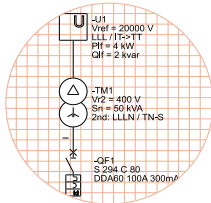
Для осуществления обмена данными по сети между большим количеством ведомых устройств (измерительными устройствами, автоматическими выключателями защиты или блоками регулирования температуры) через протокол Modbus RTU важно иметь возможность установки одинаковых параметров связи для всех устройств, присутствующих в сети.

К этим параметрам относятся:

- скорость передачи данных, так называемая скорость в бодах: (например, 19200 б/с);
- бит информации (число бит): 8;
- контроль четности: по нечетности/по четности/отсутствует;
- стоповый бит: 1 (при контроле четности = по нечетности или четности) или 2 (при отсутствии контроля четности);
- адрес каждого ведомого устройства.

После установки одинаковых значений скорости передачи данных, контроля четности, стопового бита и идентификации каждого ведомого устройства с индивидуальным адресом ведущее устройство может продолжать сбор данных.

Примечание. Подробное описание протокола связи Modbus см. на сайте www.modbus.org.



Серия проектировщика

4.8 Программное обеспечение Ekip Connect

Ekip Connect представляет собой приложение программного обеспечения для персональных компьютеров (с операционной системой Microsoft Windows®) для обмена данными между одним или более устройств низкого напряжения АББ. Это программное обеспечение предназначено для:

- настройки, тестирования и контроля сети Modbus RS-485 и подключенных к ней устройств;
- обнаружения отказов и некорректной работы функционирующей коммуникационной сети;
- взаимодействия и обмена данными с электронными расцепителями, оборудованными интерфейсом связи Modbus.

В этой брошюре описывается использование ПО Ekip Connect для связи между ПК и одним или более устройств АББ, подключенных к последовательной шине одновременно.

Эта конфигурация под названием «Ekip Connect с последовательным каналом связи» используется для обмена данными по сети Modbus RS-485 с электронными расцепителями, оборудованными модулями связи (например, PR12X/P с модулем PR120/D-M для Emax, Ekip Ekip LSI, Ekip LSI, Ekip M-LRIU и Ekip E-LSIG с модулем Ekip Com для Tmax XT) и с расцепителями со встроенным интерфейсом связи (например, PR223DS/EF, PR222DS- PD для Tmax T).

Для обмена данными между ПК с установленным ПО Ekip Connect и расцепителями необходимо использовать последовательный преобразователь, осуществляющий преобразование с физического уровня RS-485 со стороны расцепителя в физический уровень, по которому осуществляется связь с ПК (например, RS-232, USB, Ethernet). Для обмена данными используется протокол связи Modbus RTU.

ПО Ekip Connect позволяет:

- 1) контролировать работу сети Modbus, сканировать её на предмет обнаружения и идентификации всех подключенных устройств, обнаруживать ошибки и задавать параметры обмена данными (такие как адрес, режим контроля четности, скорость передачи);
- 2) взаимодействовать в реальном времени со следующими устройствами:

Устройство

Автоматический выключатель	Расцепитель
Tmax XT2-XT4	Ekip LSI с модулем связи Ekip Com Ekip LSI с модулем связи Ekip Com Ekip M-LRIU с модулем связи Ekip Com Ekip E-LSIG с модулем связи Ekip Com
Tmax T4÷T6	PR222DS-PD PR223DS PR223EF
Tmax T7 - Emax X1	PR332/P с модулем связи PR330/D-M PR333/P с модулем связи PR330/D-M
Новый Emax E1÷E6	PR122/P с модулем связи PR120/D-M PR123/P с модулем связи PR120/D-M
Emax DC	PR122/DC с модулем связи PR120/D-M PR123/DC с модулем связи PR120/D-M
Интерфейс Flex SD030DX	Термомагнитные или стандартные электронные расцепители (для дальнейшей информации см. пункт 4.5)

с целью:

- считывания данных (аварийных сигналов, значений измерений и состояния) автоматического выключателя;
- изменения конфигурации и установки параметров защиты (пороговые значения и время срабатывания защиты);
- отправки команд на автоматический выключатель (отключение и включение).

ПО Ekip Connect особенно эффективно при настройке, конфигурировании, контроле, техническом обслуживании и тестировании автоматических выключателей с интерфейсом связи Modbus.

4.8.1 Сканирование системной шины

Благодаря этой функции программа автоматически сканирует шину RS-485 и идентифицирует все имеющиеся на ней ведомые устройства.

По завершении сканирования обнаруженные устройства отображаются на древовидной схеме в области навигации, а также в рабочей области. Подключенные к сети устройства отображаются в списке устройств (см. рис. 30) с основными параметрами связи и предупредительными сообщениями о возможных проблемах или ошибках конфигурации, обнаруженных в процессе сканирования (например, имеются два устройства с разной скоростью передачи данных или два ведомых устройства с одинаковым адресом), что обеспечивает полную диагностику сети обмена данными. Ekip Connect также отображает в рабочей области присутствие любых устройств, способных к обмену данными с помощью протокола Modbus RTU, с указанием их коммуникационных параметров.

На рисунке 31 показан пример узловой древовидной структуры области навигации, сформированный после сканирования сети связи.

Главный узел на первом уровне отображает сеть Modbus, к которой подключены различные устройства; узлы на втором уровне отображают устройства (например, расцепители), подключенные к сети связи; узлы на третьем уровне отображают информацию, данные и аварийные сигналы, обрабатываемые выбранным расцепителем (один узел второго уровня).

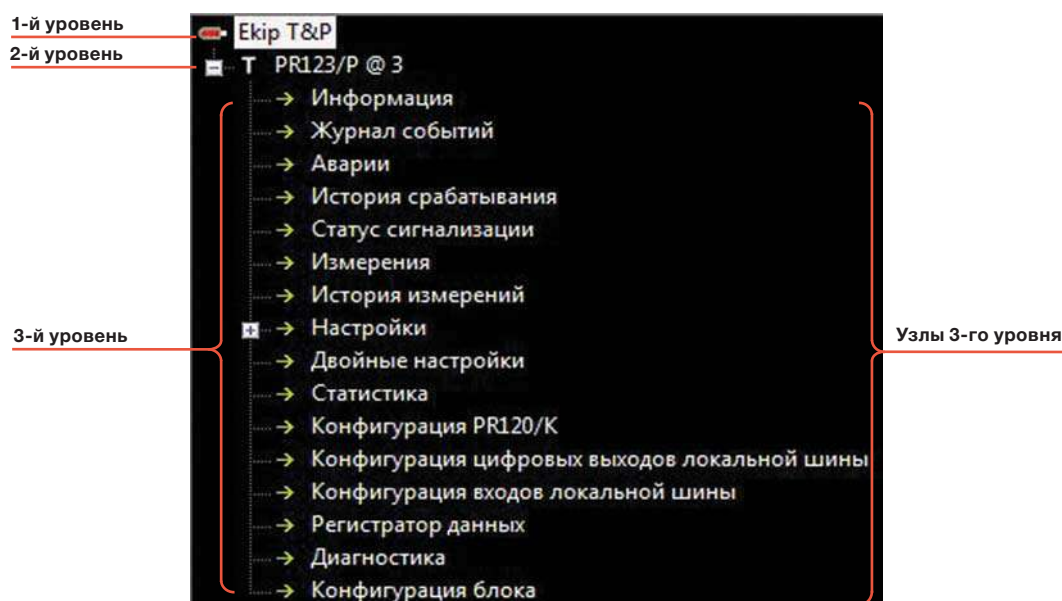
В рабочей области можно просмотреть подробно следующие данные:

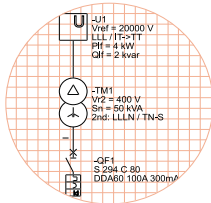
- при выборе узла на первом уровне отображается группа обнаруженных устройств, подключенных к сети Modbus, а также соответствующие параметры связи;
- при выборе одного из узлов на втором уровне можно просмотреть набор основных параметров связи (например, порт COM, адрес ведомого устройства, скорость передачи данных выбранного устройства (например, расцепителя) и возможные проблемы, возникающие во время сканирования;
- при выборе узлов третьего уровня можно просмотреть подробные данные расцепителя, изменить параметры связи и уставки защиты, а также послать команды автоматическому выключателю (см. пункт 4.8.2).

Рис. 30. Экран области навигации и рабочей области Ekip Connect, сформированный по завершении сканирования



Рис. 31. Древовидная структура области навигации





Серия проектировщика

Функция сканирования системной шины особенно полезна на стадии ввода в эксплуатацию распределительного щита, оборудованного устройствами с возможностью связи с вышестоящими системами управления по сети Modbus. Функция позволяет обнаруживать неправильные соединения и ошибки при задании коммуникационных параметров (например, скорости передачи данных, контроля четности, числа стоповых бит и т.д.) или конфигурации (например, неправильные логические адреса) устройств с возможностью их исправления до ввода в эксплуатацию.

Благодаря этим проверкам, в случае возникновения ошибок обмена данными с вышестоящей системой после ввода в эксплуатацию, их можно будет не относить на счет устройств щита.

4.8.2 Взаимодействие с одним устройством

Для взаимодействия с электронными расцепителями Ekip Connect предлагает несколько графических страниц.

Страницы отображаются в рабочей области при выборе узла третьего уровня в области навигации. Некоторые из страниц связаны с каждым расцепителем. С их помощью можно:

- считывать значения измерений на автоматическом выключателе и расцепителе защиты;
- получать данные о состоянии автоматического выключателя (например, включен/отключен, вкачен/выкачен);
- отображать аварийные сигналы защиты;
- отображать электрические параметры, измеряемые в режиме реального времени (например, значения тока, напряжения, мощности, энергии);

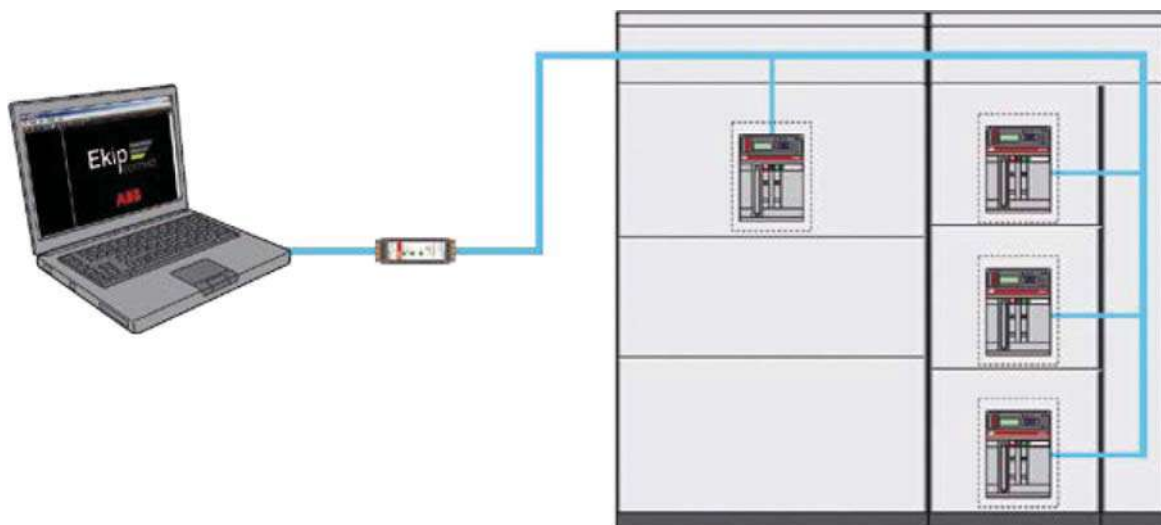
- отображать параметры функций защиты расцепителя;
- отображать данные последних срабатываний расцепителя;
- отображать историю событий и измерения, сохраняемые расцепителем.

Кроме этого, графические страницы позволяют:

- отправлять команды на включение и выключение автоматического выключателя;
- отправлять команды на сброс автоматического выключателя после срабатывания защиты (эта команда, доступная для автоматических выключателей в литом корпусе с моторным приводом, переключает автоматический выключатель из положения «сработал» в положение «выключен»);
- отправлять команды на сброс расцепителя воздушного автоматического выключателя после срабатывания защиты (сброс сигналов, связанных с последним срабатыванием расцепителя);
- устанавливать уставки и время срабатывания защит расцепителей;
- отображать кривые защитных функций устройств защиты;
- отправлять команды на срабатывание световой сигнализации, которые активируют мигание экрана или мигание светодиодного индикатора расцепителя; это облегчает идентификацию автоматического выключателя установки.

Количество и тип отображаемых на графической странице данных варьируется в зависимости от типа рассматриваемого расцепителя.

Некоторые из этих страниц:



- Информация

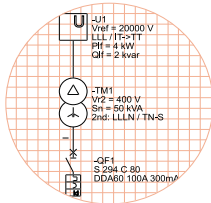
Эта страница отображает основные сведения об устройстве (ссылка на стандарт, номинальный ток автоматического выключателя, версия ПО, тип автоматического выключателя, информация о состоянии автоматического выключателя) и позволяет отправлять команды отключения, включения, сброса после срабатывания защиты, а также включения мигающего экрана. Для отправки этих команд требуется ввести пароль. При переводе устройства в режим локального управления выполнение команд блокируется.

Информация			
Основные параметры		Метка времени	
Ссылочный стандарт	IEC	ДЕЙСТВУЕТ	НЕТ
Номинальный ток	1600 A	Дата	01.01.2006
Версия программы	02.05	Время	08.04.24.618
Серийный номер расцепителя	M5281Q09A	ДАТА (настройка)	
Функции защиты	LSI	Метка времени	01.01.2006 08.04.04.782
Тип выключателя	E1N1600 /3P	Дата установки выключателя	---
Серийный номер выключателя	AM81043068	Дата последнего обслуживания	---
Состояние		Поля заказчика	
Состояние выключателя	РАЗОМКНУТ	Имя	SACE PR12x
Выключатель не определен	НЕТ	Данные пользователя	QUALITY OK
Выключатель сработал	НЕТ		
Положение выключателя	ИЗОЛИРОВАН		
Состояние пружин	РАЗРЯЖЕНЫ		
Режим работы	МЕСТНЫЙ		
Состояние блока тестирования	ОТКЛЮЧЕН		
Команда срабатывания	ОК		
Зонная селективность			
Зонная селективность-S (ВХОД)	---		
Зонная селективность-S (ВЫХОД)	---		
Зонная селективность-G (ВХОД)	---		
Зонная селективность-G (ВЫХОД)	---		

- Измерения

На этой странице в реальном времени отображаются результаты измерений, выполненных расцепителем; данные и тип отображаемых электрических параметров варьируются в зависимости от типа расцепителя (см. приложение А).

Измерения			
Токи		Коэффициент мощности	
RMS max ток	---	Общая	---
Max ток фазы	---	Частота	
Фаза L1	---	Измеренная частота	---
Фаза L2	---	Пик-факторы	
Фаза L3	---	Фаза 1	---
Напряжения		Фаза 2	---
U12	---	Фаза 3	---
U23	---	Энергии	
U31	---	Общая активная	0 kWh
Активные мощности		Общая реактивная	0 kVARh
P общая	---	Полная мощность	0 kVAh
Реактивные мощности		Активная положительная	0 kWh
Q общая	---	Активная отрицательная	0 kWh
Полные мощности		Реактивная положительная	0 kVARh
S общая	---	Реактивная отрицательная	0 kVARh



Серия проектировщика

-Журнал измерений

Расцепители типа PR122/P и PR123/P для Emax и PR332/P и PR333/P для Tmax T7 и Emax X1 позволяют просматривать значения следующих электрических параметров:

- суммарная активная мощность (среднее и максимальное значения);
- фаза максимального тока;
- значение максимального тока (среднеквадратичное);
- фаза минимального и максимального напряжения;
- значение минимального напряжения и фаза, в которой оно зарегистрировано;
- суммарная реактивная мощность (среднее и максимальное значения);
- суммарная полная мощность (среднее и максимальное значения), записываются последние 24 измерения с интервалом между измерениями от 5 минут (срок хранения данных 24 часа) до 120 минут (срок хранения данных 48 часов).

Благодаря электронным расцепителям Ekip E-LSIG, установленным на автоматических выключателях Tmax XT4, можно просматривать максимальные и минимальные значения следующих параметров:

- фазные токи (максимальное значение I_{L1} - максимальное значение I_{L2} - максимальное значение I_{L3} , минимальное значение I_{L1} - минимальное значение I_{L2} - минимальное значение I_{L3});
- ток нейтрали (максимальное значение I_{Ne} , минимальное значение I_{Ne}) (при наличии нейтрали);
- линейные напряжения (максимальное значение V_{12} - максимальное значение V_{23} - максимальное значение V_{31} , минимальное значение V_{12} - минимальное значение V_{23} - минимальное значение V_{31});
- фазные напряжения (максимальное значение V_{1N} - максимальное значение V_{2N} - максимальное значение V_{3N} , минимальное значение V_{1N} - минимальное значение V_{2N} - минимальное значение V_{3N}) при наличии нейтрали;
- частота (максимальное и минимальное значения);
- суммарная активная мощность (максимальное значение $P_{\text{сум}}$, минимальное значение $P_{\text{сум}}$), а также при наличии нейтрали активная мощность на трех линиях (максимальное значение P_1 , максимальное значение P_2 , максимальное значение P_3 , минимальное значение P_1 , минимальное значение P_2 , минимальное значение P_3);
- суммарная реактивная мощность (максимальное значение $Q_{\text{сум}}$, минимальное значение $Q_{\text{сум}}$), а также при наличии нейтрали реактивная мощность на трех линиях (максимальное значение Q_1 , максимальное значение Q_2 , максимальное значение Q_3 , минимальное значение Q_1 , минимальное значение Q_2 , минимальное значение Q_3);
- суммарная полная мощность (максимальное значение $S_{\text{сум}}$, минимальное значение $S_{\text{сум}}$), а также при наличии нейтрали полная мощность на трех линиях (максимальное значение S_1 , максимальное значение S_2 , максимальное значение S_3 , минимальное значение S_1 , минимальное значение S_2 , минимальное значение S_3);

История измерений

Конфигурация

Время хранения измерений60 min60

Измерения

Код истории	Время последнего хранения [мин]	Дата	Время	Средняя активная мощность [kW]	Max общая активная мощность [kW]	Max ток фазы	RMS max ток [A]	Max напряжение фазы	Max значение	Min. напряжение фазы	Min. значение	Средняя реактивная мощность [kVar]	Max общая реактивная мощность [kVar]	Средняя полная мощность [kVA]	Max общая полная мощность [kVA]
Запитано	0	01/01/2006	06:01	—	—	Фаза L1	—	U12	—	U12	—	—	—	—	—

- Аварии

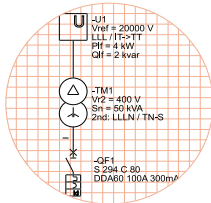
На этой странице отображаются аварийные сигналы о срабатывании защиты и предупредительные диагностические сообщения от автоматических выключателей (электромагнит отключения отсоединен или вышел из строя, датчики тока отсоединены). Количество и тип отображаемых аварийных сигналов варьируются в зависимости от типа задействованного расцепителя.

Аварии		
Аварии защиты		
Предавария L	НЕТ	
Отсчет времени L	НЕТ	
Отсчет времени S	НЕТ	
Отсчет времени S2	НЕТ	
Дополнительные аварии		
Предавария T	НЕТ	
Авария T	НЕТ	
Авария T (срабатывание заблокировано)	НЕТ	
Отсчет времени D	НЕТ	
Отсчет времени U	НЕТ	
Авария U (срабатывание заблокировано)	НЕТ	
Отсчет времени UV	НЕТ	
Авария UV (срабатывание заблокировано)	НЕТ	
Отсчет времени OV	НЕТ	
Авария OV (срабатывание заблокировано)	НЕТ	
Отсчет времени RP	НЕТ	
Авария RP (срабатывание заблокировано)	НЕТ	
Отсчет времени UF	НЕТ	
Авария UF (срабатывание заблокировано)	НЕТ	
Отсчет времени OF	НЕТ	
Авария OF (срабатывание заблокировано)	НЕТ	
Другие аварии		
Гармоническое искажение > 2.1	НЕТ	
Предварительное состояние CW	НЕТ	
Авария CW	НЕТ	
Авария LC1	НЕТ	
Авария LC2	НЕТ	
Ошибка частоты	НЕТ	
Предупреждение lw	НЕТ	
Ошибка коэффициента мощности	НЕТ	
Ошибка порядка фаз	НЕТ	
Ошибка даты	ОШИБКА	
Ошибка конфигурации	НЕТ	
Ошибка состояния выключателя	НЕТ	
Аварии подключения		
Выключатель не определен	ОК	
Датчик тока L1	ОК	
Датчик тока L2	ОК	
Датчик тока L3	ОК	
Состояние катушки отключения	ОК	
Состояние модуля ном. тока	ОК	
Состояние Key Plug	ОК	
Внутреннее состояние	ОК	

- История срабатываний

На этой странице можно получить информацию о причине срабатывания (тип сработавшей защиты, значения отключенных токов, время и дата срабатывания, износ контактов). Некоторые расцепители также предоставляют доступ к сведениям о предыдущих срабатываниях. Количество и тип отображаемых данных варьируется в зависимости от типа подключенного расцепителя.

История срабатывания												
История срабатывания												
Тип срабатывания	N. срабатываний	Дата	Время	RMS L1	RMS L2	RMS L3	RMS Ne	Износ контактов	Параметр 1	Параметр 2	Параметр 3	
I	6	01.01.2006	08:12:55.620	...	...	3434 A	...	0.21 %	0	Trip threshold(I MCR) = 2.00 In	Startup threshold(I MCR) = OFF	
L	5	01.01.2006	08:12:31.798	...	...	2559 A	...	0.16 %	Попор L = 0.40 In	Тепловая память(L) = OFF	Тип кривой = t = k/P2	
I	4	01.01.2006	08:12:09.339	...	3278 A	...	...	0.14 %	0	Trip threshold(I MCR) = 2.00 In	Startup threshold(I MCR) = OFF	
L	3	01.01.2006	08:11:45.344	...	2540 A	...	...	0.09 %	Попор L = 0.40 In	Тепловая память(L) = OFF	Тип кривой = t = k/P2	
I	2	01.01.2006	08:11:22.616	3396 A	...	...	...	0.07 %	0	Trip threshold(I MCR) = 2.00 In	Startup threshold(I MCR) = OFF	
L	1	01.01.2006	08:10:58.831	2534 A	...	...	...	0.02 %	Попор L = 0.40 In	Тепловая память(L) = OFF	Тип кривой = t = k/P2	



Серия проектировщика

- Настройки

На этой странице можно отобразить и изменить настройки (уставки и задержки срабатывания) функций защиты соответствующих расцепителей. Количество и тип отображаемых функций защиты варьируется в зависимости от типа задействованного расцепителя.

Настройки A

Защита L

Тип кривой	t-k/P2	t-k/P2
Порог срабатывания	1.00 In	1.00
Время срабатывания	144.00 s	144.00
Тепловая память	ОТКЛЮЧЕНО	ОТКЛЮЧЕНО

Защита S

Состояние	ОТКЛЮЧЕНО	ОТКЛЮЧЕНО
Тип кривой	t-k	t-k
Порог срабатывания (t-k)	6.00 In	6.00
Время срабатывания (t-k)	0.05 s	0.05
Пусковой режим активирован	ОТКЛЮЧЕНО	ОТКЛЮЧЕНО
Пусковое время	0.10 s	0.10
Пусковой порог	6.00 In	6.00
Тепловая память	ОТКЛЮЧЕНО	ОТКЛЮЧЕНО
Состояние зонной селективности	ОТКЛЮЧЕНО	ОТКЛЮЧЕНО
Время зонной селективности	0.04 s	0.04

Защита S2

Состояние	ОТКЛЮЧЕНО	ОТКЛЮЧЕНО
Порог срабатывания (t-k)	6.00 In	6.00
Время срабатывания (t-k)	0.05 s	0.05
Пусковой режим активирован	ОТКЛЮЧЕНО	ОТКЛЮЧЕНО
Пусковое время	0.10 s	0.10
Пусковой порог	6.00 In	6.00
Состояние зонной селективности	ОТКЛЮЧЕНО	ОТКЛЮЧЕНО
Время зонной селективности	0.04 s	0.04

Защита I

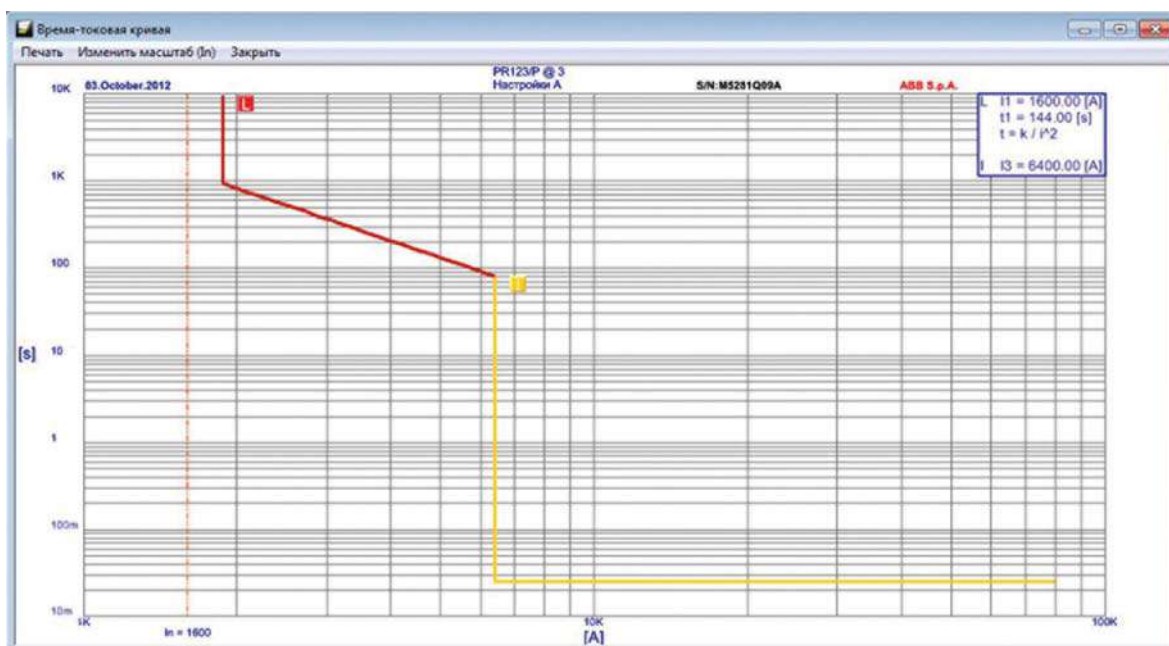
Состояние	ВКЛЮЧЕНО	ВКЛЮЧЕНО
Порог срабатывания	4.00 In	4.00
Пусковой режим активирован	ОТКЛЮЧЕНО	ОТКЛЮЧЕНО
Пусковое время	0.10 s	0.10
Пусковой порог	4.00 In	4.00

Защита D

Состояние	ОТКЛЮЧЕНО	ОТКЛЮЧЕНО
Порог срабатывания	6.00 In	6.00
Время срабатывания FWD	0.20 s	0.20
Время срабатывания BWD	0.20 s	0.20
Пусковой режим активирован	ОТКЛЮЧЕНО	ОТКЛЮЧЕНО
Пусковое время	0.20 s	0.20
Пусковой порог	6.00 In	6.00
Состояние зонной селективности	ОТКЛЮЧЕНО	ОТКЛЮЧЕНО
Время зонной селективности	0.13 s	0.13

- Время-токовые характеристики

Данная функция позволяет просматривать время-токовые характеристики основных функций защиты (L, S, I и G).

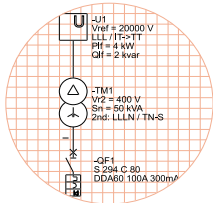


- Статистика операций, выполненных автоматическим выключателем

Эта страница отображает: процент износа контактов, общее количество операций, количество операций в ручном режиме, количество срабатываний защиты, количество неверных срабатываний и количество тестовых срабатываний, совершенных автоматическим выключателем. Количество и тип отображаемых данных варьируется в зависимости от типа задействованного расцепителя.

Статистика	
Статистика операций выключателя	
Износ контактов	0.21 %
Общее количество операций	0
Количество ручных операций	0
Количество срабатываний защиты	0
Количество сбоев срабатывания защиты	0
Количество тестов срабатывания	0

Примечание. Для получения дальнейшей информации по использованию ПО Ekip Connect и его функций см. руководство пользователя «Руководство пользователя для программного обеспечения сети связи Ekip Connect, совместимое с низковольтными автоматическими выключателями АББ» (код документа: 1SDH000891R0002).



Серия проектировщика

4.9 Пример выбора оборудования для работы с дистанционным управлением и контролем

Рассмотрим распределительную электроустановку низкого напряжения с системой диспетчеризации, показанной на рис. 32. Система диспетчеризации использует промышленную сеть RS-485 протокола Modbus RTU.

Уровень управления состоит из ПК с установленной системой диспетчеризации. Для соединения ПК с шиной используется последовательный преобразователь RS-232/RS-485. ПК работает в качестве системы SCADA, собирая, обрабатывая и сохраняя данные, получаемые от всех автоматических выключателей.

На полевом уровне находятся автоматические выключатели защиты Tmax XT4, Tmax T4 и Emax E1, оборудованные соответствующими электронными расцепителями:

- Ekip E-LSIG (QF4, QF5);
- PR223DS (QF6 и QF7);
- PR123/P (QF2 и QF3).

Выбор автоматических выключателей и аксессуаров для диспетчеризации

Для контроля электроустановки нужны:

- Воздушные автоматические выключатели Emax E1 (QF2 и QF3), оборудованные:

- 1) электронным расцепителем PR123/P;
- 2) модулем связи PR120/D-M;
- 3) модулем измерений PR120/V (входит в базовую комплектацию расцепителя PR123/P);
- 4) вспомогательным источником питания Vaux (см. приложение B).

- Автоматические выключатели в литом корпусе Tmax XT4 (QF4, QF5), оборудованные:

- 1) электронным расцепителем Ekip E-LSIG;
- 2) модулем связи Ekip Com (см. приложение C);
- 3) вспомогательным источником питания Vaux (см. приложение B).

Как следует из вышеприведенного списка, расцепитель Ekip-E LSIG для Tmax XT4 позволяет измерять значения напряжения и электроэнергии без использования внешних модулей измерения.

• Автоматические выключатели в литом корпусе Tmax T4 (QF6 и QF7), оборудованные:

- 1) электронным расцепителем PR223DS;
- 2) разъемом X3 (см. приложения В и С);
- 3) модулем измерений VM210 (см. приложение D);
- 4) разъемом X4 (см. приложение D);
- 5) дополнительными контактами для электронного исполнения AUX-E (см. приложение E);
- 6) вспомогательным источником питания Vaux (см. приложение В).

Выбор автоматических выключателей и аксессуаров для дистанционного управления

Для реализации дистанционного управления автоматическим выключателем необходимы:

• Для воздушных автоматических выключателей Emax E1 (QF2 и QF3):

- 1) реле отключения (YO);
- 2) реле включения (YC);
- 3) мотор-редуктор для автоматического взвода пружин включения (M).

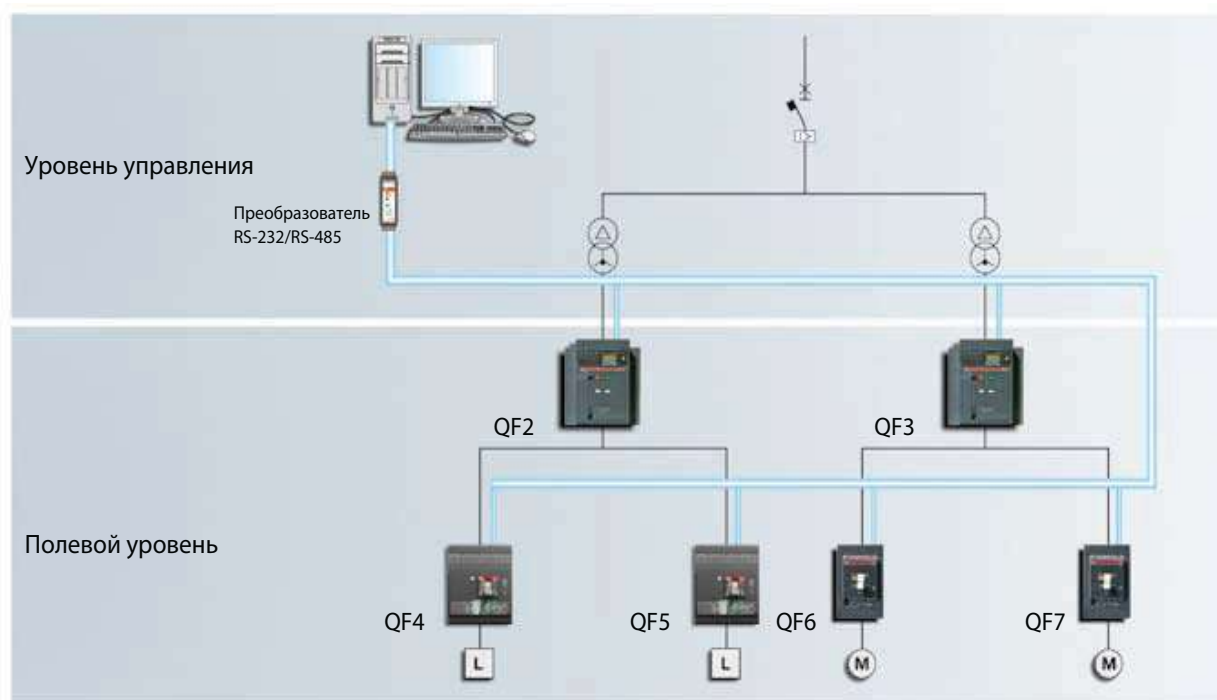
• Для автоматических выключателей в литом корпусе Tmax XT4 (QF4 и QF5):

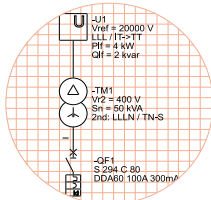
- 1) моторный привод с модулем MOE-E (см. приложение F).

• Для автоматических выключателей в литом корпусе Tmax T4 (QF6 и QF7):

- 1) моторный привод с модулем MOE-E (см. приложение E);
- 2) дополнительные контакты AUX-E для электронного исполнения (по умолчанию поставляются с MOE-E).

Рис. 32. Система диспетчерского управления и контроля распределительной электроустановки низкого напряжения





Серия проектировщика

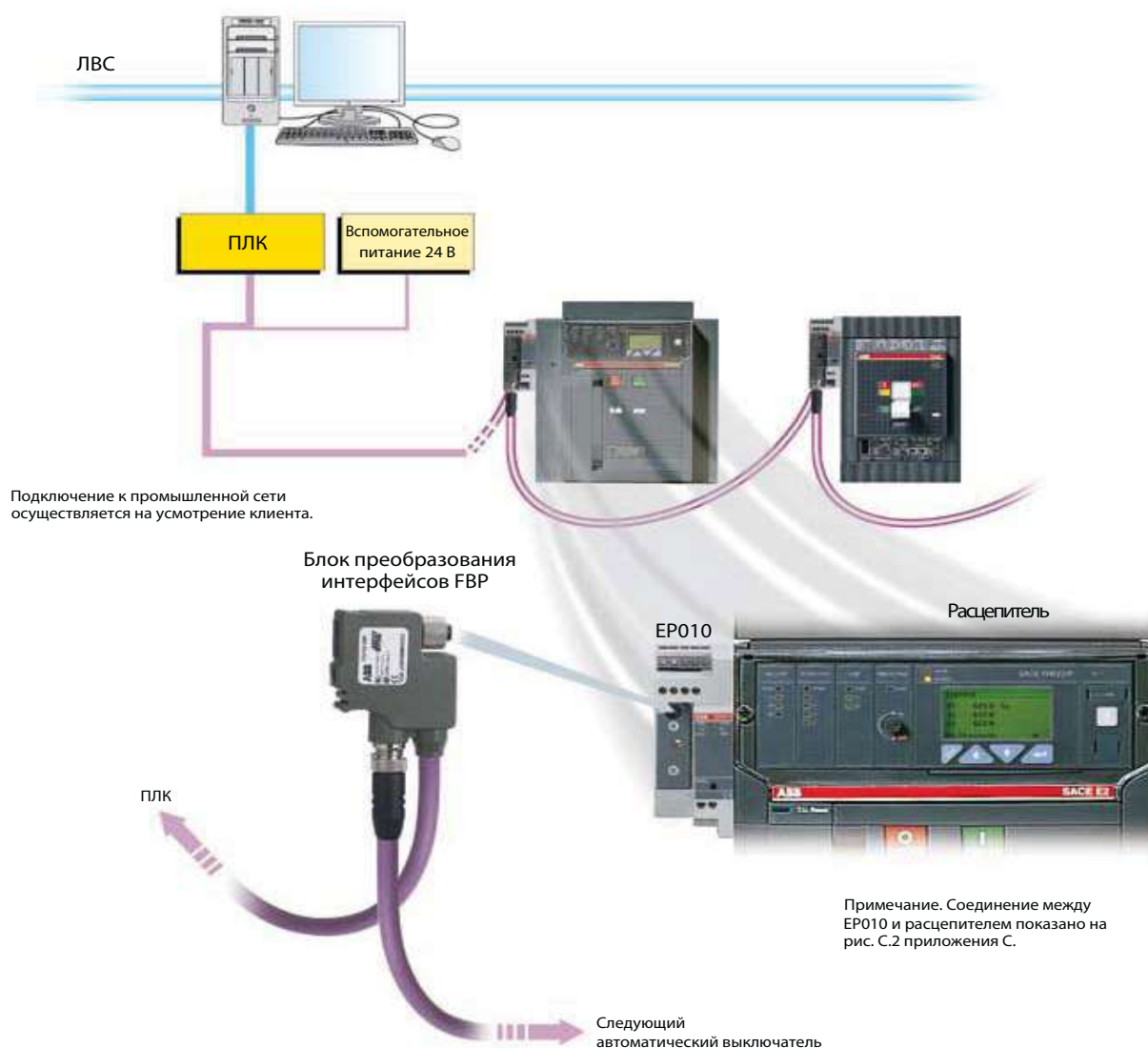
4.10 Интеграция автоматических выключателей в промышленные сети Profibus DP или DeviceNet

Модуль интерфейса промышленной сети EP010 позволяет интегрировать автоматические выключатели АББ в промышленные сети протокола Profibus DP или DeviceNet. Для этой цели АББ предлагает блок преобразования интерфейсов FBP Field-BusPlug, который обеспечивает обмен данными между промышленной сетью и расцепителем, подключенным к порту Modbus. В частности, модуль выступает в роли интерфейса связи между блоком преобразования FBP и электронным расцепителем.

Таким образом, для каждого модуля EP010 необходимо использовать соответствующий блок преобразования FBP FieldBusPlug; то есть для каждого автоматического выключателя, интегрируемого в промышленную сеть, необходимы следующие аксессуары:

- модуль EP010 с одним блоком преобразования PDP22-FBP для промышленной сети Profibus DP; или
- модуль EP010 с одним блоком преобразования DNP21-FBP для промышленной сети DeviceNet.

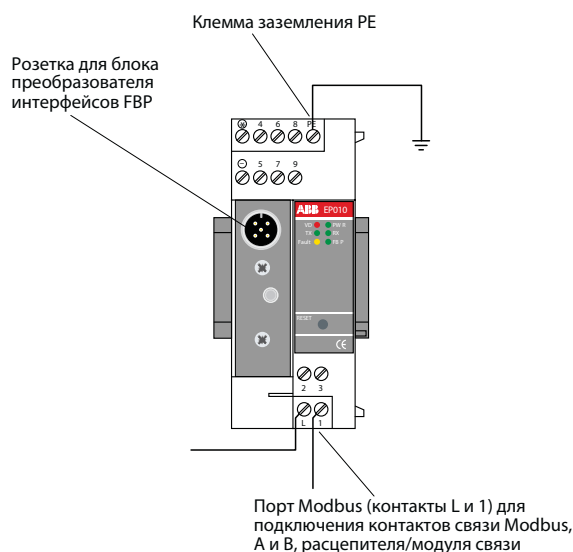
Подключение автоматических выключателей к промышленной сети осуществляется, как показано на рисунке.



В данной коммуникационной сети могут работать и другие изделия АББ, такие как ПЛК, пускатели и универсальные контроллеры электродвигателей, устройства плавного пуска и датчики положения.

Таким образом, автоматические выключатели могут использоваться в системах промышленной автоматизации в различных решениях, объединяющих управление технологическим процессом с управлением питающей его системой распределения электроэнергии.

Подключения к модулю EP010



- Для связи расцепителя и модуля EP010 соединение между контактами Modbus A и B расцепителя/модуля связи и контактами Modbus L (левая) и 1 (правая) модуля EP010 должно осуществляться, как показано в таблице ниже:

Контакты Modbus (EP010)	Контакты связи Modbus расцепителя/модуля связи
L (левая)	A (W1)
1 (правая)	B (W2)

- Максимальная длина кабеля Modbus для подключения EP010 к расцепителю должна составлять 1 м.

- Контакт PE модуля EP010 должен быть заземлен.

- Питание 24 В пост. тока для EP010 подается через блок преобразования интерфейсов FBP, который также обеспечивает соединение с шиной.

Подключенный к EP010 расцепитель должен получать вспомогательное питание от источника Vaux 24 В пост. тока (электрические характеристики см. в приложении В).

Примечание. Для получения дальнейшей информации см. следующие документы:

- Руководство пользователя и оператора по интерфейсу Modbus/FBP (код документа: 1SDH000510R0001);
- Руководство пользователя и оператора по интерфейсу Modbus/FBP, приложение для PR223EF (код документа: 1SDH000663R0001).

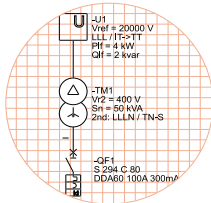
4.10.1 Воздушные автоматические выключатели Emax E1÷E6, Emax X1 и автоматические выключатели в литом корпусе Tmax T7/T7M

ProfibusDP и DeviceNet: контроль и диспетчерское управление

Воздушные автоматические выключатели Emax с электронными расцепителями типа PR122/P и PR123/P подключаются к модулю EP010 через модуль связи PR120/D-M (см. приложение С). Воздушные автоматические выключатели с электронными расцепителями PR332/P или PR333/P и автоматические выключатели в литом корпусе Tmax T7 или T7M с электронным расцепителем PR332/P подключаются к модулю EP010 через модуль связи PR330/D-M (см. приложение С). Для воздушных автоматических выключателей Emax E1÷E6 и Emax X1 и автоматических выключателей в литом корпусе Tmax T7/T7M существует только одна версия модуля EP010, совместимая со всеми расцепителями PR122/P, PR123/P, PR332/P и PR333/P.

Результаты измерений, аварийные сообщения и другие данные, передаваемые расцепителями PR122/P, PR123/P, PR332/P и PR333/P в указанных ниже конфигурациях перечислены в таблице А.4 приложения А. Операции дистанционного управления автоматическими выключателями перечислены в разделе «Команды» таблицы А.4 приложения А.

При переводе расцепителя в режим локального управления все переданные по шине команды дистанционного управления блокируются.



Серия проектировщика

Еmax E1÷E6 с электронными расцепителями PR122/P-PR123/P



Еmax X1 с электронными расцепителями PR332/P-PR333/P и Тmax Т7/Т7М с электронными расцепителями PR332/P



4.10.2 Автоматические выключатели в литом корпусе Tmax T4-T5-T6

Profibus DP и DeviceNet: контроль и диспетчерское управление

Автоматические выключатели в литом корпусе Tmax T4-T5-T6 с электронными расцепителями PR222DS/PD и PR223EF подключаются к модулю EP010 через разъем X3 (см. приложение С).

Автоматические выключатели в литом корпусе Tmax T предусматривают две версии модуля EP010, совместимого с соответствующими расцепителями:

- с расцепителем PR222DS/PD используется модуль EP010 с кодом изделия 1SDA059469R1 (см. технический каталог Tmax. Низковольтные автоматические выключатели в литом корпусе до 1600A).
- с расцепителем PR223EF используется модуль EP010 с кодом изделия 1SDA064515R1 (см. технический ка-

талог Tmax. Низковольтные автоматические выключатели в литом корпусе до 1600A).

Для реализации дистанционного управления, то есть практического выполнения принятых команд на включение или отключение, выключатели в литом корпусе серии Tmax T4, T5 и T6 должны быть оборудованы моторным приводом с электронным интерфейсом MOE-E и дополнительными контактами AUX-E для электронного исполнения.

Результаты измерений, аварийные сообщения и другие данные, передаваемые электронными расцепителями PR222DS/PD и PR223EF в указанных ниже конфигурациях перечислены в таблице A.5 приложения A. Операции дистанционного управления автоматическими выключателями перечислены в разделе «Команды» таблицы A.5 приложения A.

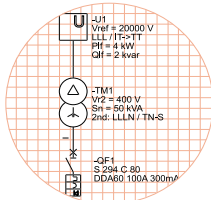
При переводе расцепителя в режим локального управления все переданные по шине команды дистанционного управления блокируются.

- Электронный расцепитель PR222DS/PD



- Электронный расцепитель PR223EF





Серия проектировщика

4.10.3 Автоматические выключатели в литом корпусе Tmax XT2 - XT4

Profibus DP и DeviceNet: контроль и диспетчерское управление

Автоматические выключатели в литом корпусе Tmax XT2 и XT4 с электронными расцепителями Ekip LSI и Ekip LSIG подключаются к модулю EP010 по модулю связи Ekip Com.

Для автоматических выключателей в литом корпусе XT2 и XT4 существует только одна версия модуля EP010, совместимая как с расцепителями Ekip LSI, так и с расцепителями Ekip LSIG.

Для реализации дистанционного управления, то есть практического выполнения принятых команд на вклю-

чение, отключение и сброса после срабатывания защиты выключатели в литом корпусе серии Tmax XT2 и XT4 должны быть оборудованы моторным приводом с электронным интерфейсом MOE-E (приложение F). Результаты измерений, аварийные сообщения и другие данные, передаваемые электронными расцепителями Ekip LSI и Ekip LSIG в указанных ниже конфигурациях перечислены в таблице A.6 приложения A.

Операции дистанционного управления автоматическими выключателями перечислены в разделе «Команды» таблицы A.6 приложения A.

При переводе расцепителя в режим локального управления все переданные по шине команды дистанционного управления блокируются.

- Электронные расцепители Ekip LSI и Ekip LSIG



Примечание. Более детальная информация по функциям обмена данными и техническим характеристикам, указанных выше изделий, содержится в соответствующих технических каталогах.

4.11 Измерительные приборы

Измерительные приборы для установки в первичных и вторичных промышленных распределительных панелях среднего и низкого напряжения оптимально дополняют технические решения АББ, расширяя функциональные возможности электроустановки. АББ предлагает следующие цифровые измерительные приборы с функцией обмена данными:

- мультиметры DMTME в модульном исполнении для установки на лицевой панели;
- анализаторы сети ANR для контроля качества электроэнергии.

4.11.1 Мультиметры DMTME

Мультиметры серии DMTME представляют собой цифровые измерительные приборы для измерения основных электрических параметров (действующих среднеквадратичных значений) в трехфазных сетях 230/400 В переменного тока, сохранения максимальных, минимальных и средних значений основных электрических параметров, а также измерения активной и реактивной энергии.

Мультиметры серии DMTME объединяют в себе функции отдельных измерительных приборов, таких как вольтметр, амперметр, измеритель коэффициента

мощности, ваттметр, варметр, частотомер, счетчик активной и реактивной электроэнергии, тем самым значительно экономя как пространство внутри панели, так и время монтажа. Мультиметр версии DMTME-I-485 поставляется с последовательным интерфейсом RS485, а также двумя цифровыми выходами, которые можно запрограммировать для сигнализации отклонения параметров от заданных уставок, импульсными выходами для дистанционного считывания значений потребляемой энергии.

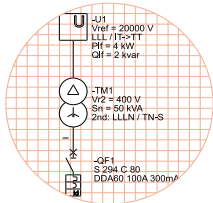
Последовательный интерфейс RS485 позволяет подключить к сети обмена данными по протоколу Modbus RTU несколько мультиметров, а также другие измерительные приборы (можно подключить до 32 измерительных приборов в дополнение к ведущему устройству).



Основные электрические характеристики мультиметров приведены в следующей таблице:

Номинальное напряжение		[В ср. кв.] 230 +15% - 10% DMTME-72 и DMTME-96
		[В ср. кв.] 240 +15% - 10% DMTME-72 и DMTME-96
		[В ср. кв.] 400 +10% - 10% DMTME-72
		[В ср. кв.] 400 +10% - 10% DMTME-72
		[В ср. кв.] 115 +15% - 10% DMTME-96
		[В ср. кв.] 120 +15% - 10% DMTME-96
Частота		[Гц] 45...65
Потребление энергии		[ВА] < 6
Точность измерения:	Напряжение	± 0,5% F.S. (погрешность в процентах от полной шкалы) ± 1 знак в ряду
	Ток	± 0,5% F.S. ± 1 знак в ряду
	Активная мощность	±1% ± 0,1% F.S. от cos = 0,3 до cos = -0,3
	Частота	± 0,2% ± 0,1Гц от 40 до 99,9 Гц
Измерение энергии	Максимальное измеренное значение для одной фазы	4294,9 МВтч (Мварч) с kA = kB = 1
	Максимальное измеренное значение для трех фаз	4294,9 МВтч (Мварч) с kA = kB = 1
	Точность	Класс 1
Параметры связи:	Протокол	Modbus RTU
	Физический интерфейс	RS-485
	Скорость передачи данных	4800 б/с, 9600 б/с, 19200 б/с
	Контроль четности	по нечетности/по четности/отсутствует
	Стоповый бит	0,1
	Адрес	1...247

Примечание. Более детальную информацию см. в техническом каталоге «System pro M compact».



Серия проектировщика

4.11.2 Анализаторы сети ANR

Анализаторы сети ANR, представленные в линейке измерительных устройств АББ для установки на лицевой панели, отличаются более современными и передовыми функциями, осуществляя измерения и запись параметров сети, аварийных сигналов и данных о состоянии других устройств, а также передачу данных системе диспетчерского управления и контроля. Предусмотренное ПО SW01 представляет собой первоклассный инструмент для дистанционной визуализации и записи измерений, а также сигналов об отклонении параметров электроэнергии на ПК пользователя. Отличительные характеристики:

- измерение и анализ более 60 электрических параметров;
- измерение истинных и действующих значений напряжения и тока («истинное среднеквадратичное значение») с классом точности 0,5;
- реализация дистанционной передачи данных возможна следующими способами:
 - программируемые аналоговые выходы;
 - цифровые выходы для дистанционного управления;
 - программируемые в качестве предельных аварийных сигналов или импульсов выходы;
- сбор и передача данных о состоянии других устройств на панель;
- протоколы обмена данными: Modbus RTU, Profibus DP, Ethernet Modbus TCP/IP.

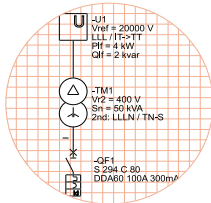
Благодаря текущим и прошлым статистическим данным изменений напряжения, перерывов в подаче питания, гармоник до 31-го порядка и отображению кривых напряжения и тока вышеперечисленные характеристики обеспечивают эффективный контроль над качеством энергии в однофазной и трехфазной распределительных сетях. Также их использование позволяет оптимизировать затраты энергии посредством анализа статистических данных потребления энергии по четырем тарифам.



Основные электрические характеристики анализаторов сети ANR приведены в следующей таблице:

Напряжение (действующее среднеквадратичное)	Прямое включение [В]	10 - 600
	Диапазон коэффициента трансформации	0,01 - 5000,00
	Максимальное перенапряжение [В]	750, при превышении этого значения необходимо использовать трансформатор напряжения
Потребление [ВА]		0,2
Входное сопротивление [МΩ]		> 2
Ток (истинное СКЗ)	3 изолированных входа [А]	0,01 - 5
	Минимальное значение тока [мА]	10
	Потребление [ВА]	0,2
	Максимальное превышение тока [А]	10 (100 А за 1 секунду)
	Диапазон коэффициента трансформации кСТ	0,01 - 5000,00
Суммарный коэффициент искажения	Напряжение и ток	До 31-й гармоники
Частота [Гц]		30-500
Класс точности	Ток [%]	< 0,5 (EN 61036)
	Напряжение [%]	< 0,5
	Мощность [%]	< 1
	Коэффициент мощности [%]	< 1
	Активная энергия [%]	< 1 (МЭК 62052-11)
	Реактивная энергия [%]	2 (МЭК 62053-23)
Параметры связи:	Протокол	Modbus RTU
	Физический интерфейс	RS-485
	Скорость передачи данных	4800 б/с, 9600 б/с, 19200 б/с
	Контроль четности	по нечетности/по четности/отсутствует
	Стоповый бит	0..1
	Адрес	1... 247

Примечание. Более детальную информацию см. в техническом каталоге «System pro M compact»



Серия проектировщика

4.11.3 Счетчики электроэнергии

В таблице ниже представлен обширный ассортимент модульных счетчиков для измерения электроэнергии АББ. Технические характеристики каждого отдельного устройства описываются в каталоге «System pro M compact». Счетчики электроэнергии эффективно применяются как на гражданских, так и на промышленных объектах. Счетчики АББ сертифицированы и подходят для коммерческого и технического учета энергии.

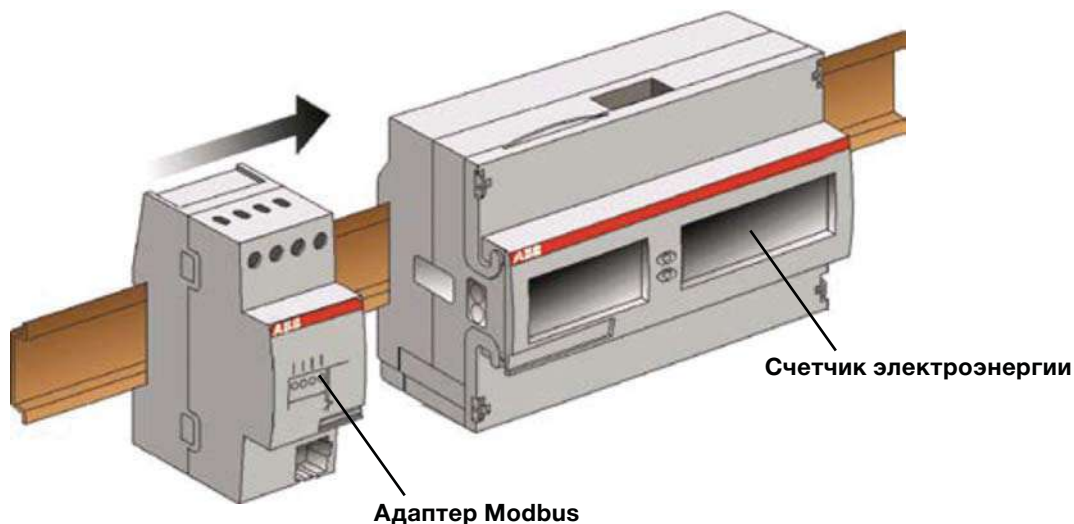
Использование счетчиков в торговых центрах для измерения локального потребления энергии и создания профиля нагрузки является типовым примером гражданского применения. Управление в здании может осуществляться дистанционно по встроенной системе диспетчеризации по протоколу Modbus RTU. Счетчики поставляются со встроенным устройством для обмена данными (гамма счетчиков EQ Ax) или же необходимый интерфейс может быть реализован через коммуникационный адаптер с инфракрасным портом.



	Счетчики EQ C11	ODINsingle	DELTAsingle	Счетчики EQ A41	Счетчики EQ A42
Общие габариты	1 DIN модуль	2 DIN модуля	4 DIN модуля	4 DIN модуля	4 DIN модуля
Дисплей	ЖК	ЖК с подсветкой	ЖК	Графический ЖК-дисплей с подсветкой	
Рабочее напряжение	230 В перем. тока	230 В перем. тока	230 В перем. тока	57-288 В перем. тока	
Частота	50/60 Гц				50/60/16, 7 Гц
Максимальный ток	40 А	65 А	80 А	80 А	6 А
Трансформатор тока/напряжения подключен	-	-	-	-	Трансформатор тока, трансформатор напряжения

Примечание. Более детальную информацию см. в техническом каталоге «System pro M compact».

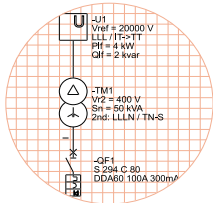
На рисунке ниже показано соединение между счетчиком электроэнергии и адаптером Modbus.



Примечание. Более детальную информацию см. в техническом каталоге «System pro M compact»



Счетчик ODIN	DELTAplus	DELTAmax	Счетчики EQ A43	Счетчики EQ A44
Модули 6 DIN	Модули 7 DIN	Модули 7 DIN	Модули 7 DIN	Модули 7DIN
ЖК	ЖК	ЖК	Графический ЖК-дисплей с подсветкой	
230/400 В перем. тока	57/100..288/500 В перем. тока		57/100...288/500 В перем. тока	100/173...400/690 В перем. тока
50/60 Гц				
65, 10 А	80, 6 А			
Трансформатор тока	Трансформатор тока, трансформатор напряжения	Трансформатор тока, трансформатор напряжения	-	Трансформатор тока, трансформатор напряжения



Серия проектировщика

4.12 Преобразователь интерфейсов RS485/RS232

Многофункциональный последовательный преобразователь CUS применяется во всех случаях, когда требуется преобразование или управление последовательными каналами связи EIA-232 (RS-232), EIA-485 (RS-485) и EIA-422 (RS-422).

Для каналов связи между устройствами, использующими данные типы шин (например, ПЛК, устройства измерения и управления, периферийные устройства и компьютеры со специальными установленными приложениями и т.д.), часто требуется преобразование последовательного канала, усиление сигнала, изоляция различных частей сети связи и т.д.

Благодаря своей конфигурируемости и эксплуатационной гибкости конвертор CUS используется для решения различных задач. CUS обеспечивает гальванически-изолированное преобразование между стороной RS-232, стороной RS422-485 и источником питания.

Основные области применения:

- многоточечная сеть передачи данных;
- передача данных на большие расстояния;
- гальваническая развязка для оборудования;
- расширение каналов RS-485.



Основные электрические характеристики этих преобразователей CUS приведены в следующей таблице:

Питающее напряжение (В)	230 В перем. тока $\pm 20\%$
Частота (Гц)	50-60
Потребление мощности (ВА)	макс. 7
Потери мощности (Вт)	3,5
Соединение RS232	Розетки Sub-D 9 (DB9)
Максимальная длина канала RS232 (м)	15
Максимальная длина канала RS485-422 (м)	1200
Соединение многоточечных блоков	Макс. 32

4.13 Преобразователь интерфейсов CUS 485 TCP/IP

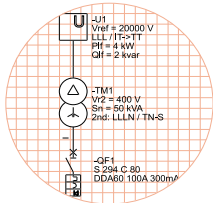
CUS 485 TCP/IP является конвертером интерфейса RS485 в Ethernet TCP/IP, устройство осуществляет преобразование между протоколами Modbus TCP/IP и Modbus ASCII/RTU. К последовательному порту могут быть подключены устройства, использующие коммуникацию по протоколу Modbus ASCII или Modbus RTU, а к Ethernet порту - ведущие устройства, такие как сервер/ПК, либо ПЛК системы. CUS 485 TCP/IP преобразует команды, получаемые от сервера и передает ведомым устройствам.



Технические характеристики преобразователя CUS 485 TCP/IP

Питающее напряжение (В)	220-240 перем. тока $\pm 15\%$ 100-130 перем. тока $\pm 15\%$ 24 перем./пост. тока
Потребление мощности (ВА)	4 макс.
Ethernet	100 base -T, порт RJ 45, TCP/IP протокол
RS485 последовательный порт	стандартный, от 4800 до 19200 бит/с
Дисплей, кнопки	3 светодиода: зеленый – ВКЛ, красный – сеть, желтый – передача данных. Кнопка для программирования
Конструктивные характеристики	степень защиты: IP52 на фронтальной панели, IP20 на клеммах и корпусе; вес 0,40 кг; винтовые клеммы макс. сечением 2,5 мм ² ; самозатухающий пластик; монтаж на DIN-рейку, ширина 3-DIN-модуля
Характеристики окружающей среды	рабочая температура: -10 +60 °C, влажность <90% температура хранения: -25 +70 °C испыт. напряжение изоляции: 3 кВ/мин.
Стандарты	МЭК EN 50081-2 МЭК EN 61010-1

Примечание. Более детальную информацию см. в техническом каталоге «System pro M compact».



Серия проектировщика

5. Автоматические выключатели АББ в сети Ethernet TCP/IP

5.1 Ethernet

В настоящее время Ethernet является ведущей технологией, применяемой в локальных сетях, например, для связи персональных компьютеров в офисах. Кроме того, сеть Ethernet нашла применение в таких областях, как телефония и промышленное управление. Впервые название Ethernet было использовано в 1970 году для определения протокола связи по радио между различными компьютерами.

Все подключенные устройства передавали и принимали данные по одному каналу. Затем был разработан очень простой механизм, который позволил каждому устройству передавать данные по мере необходимости без наличия арбитра (ведущего устройства или центрального контроллера). После чего для работы с сетями Ethernet был применен механизм, использующийся и сейчас, в котором компьютеры соединены посредством кабеля. И в том и в другом случае цель заключается в передаче данных от каждого узла сети в определенных временных рамках, исключая одновременную передачу от двух или более устройств. Существует один канал передачи данных, и интерфейсы между передаваемыми данными не допускают одновременную работу двух передатчиков.

Ниже приводится упрощенное описание работы сети Ethernet:

- перед передачей пакета данных в первую очередь компьютер проверяет, не занят ли канал передачи данных от другого компьютера: если занят, то компьютер ожидает окончания передачи данных;
- если канал свободен, то компьютер начинает передачу данных;
- если передачу данных начали два компьютера одновременно, то оба отслеживают конфликт при передаче данных; в результате чего оба компьютера приостанавливают передачу данных и ожидают в течение различных промежутков времени, определяемых в произвольном порядке между максимальным и минимальным значениями;
- после передачи пакета данных отправитель должен выдержать минимальный перерыв перед передачей следующего пакета. Эта предосторожность позволяет предотвратить полную занятость сети в течение длительного промежутка времени устройством, передающим большой объем данных. Распределение данных по пакетам обеспечивает последовательный доступ всех подключенных устройств к сети.

Описанная процедура имеет ряд преимуществ:

- так как все устройства равны по методам связи и доступу к среде передачи данных, Ethernet является системой связи между равноправными узлами. В частности, нет необходимости в наличии центрального контроллера для прописания приоритета и разрешения на передачу данных. Помимо того, что в случае неисправности контроллер является ключе-

вым элементом, он должен быть сконфигурирован в соответствии с данными устройств в сети: их количеством, типом, приоритетом передачи и т.д., что представляет собой сложную операцию, недоступную пользователю;

- все устройства имеют доступ к сети по мере необходимости (при наличии данных для передачи) и не занимают сеть, если не используют ее;
- не обязательно прописывать приоритет или другие параметры связи отдельным устройствам;
- можно добавлять или удалять устройства в любое время, не влияя на функционирование сети и не настраивая конфигурацию (добавление или удаление узлов, распространенное в офисной среде, реже встречается на промышленных объектах).
- возможна «перекрестная» передача данных: устройство А может отправлять данные на устройство В, а устройство С может отправлять данные на устройство D, при этом пары могут не учитывать наличие друг друга;
- так как все устройства подключены к одной шине, передавать данные можно от одного устройства к другому или от одного устройства к нескольким (групповая передача);
- по мере увеличения трафика в сети технические характеристики (среднее время передачи данных) постепенно ухудшаются.

В течение нескольких лет эти преимущества привели к развитию общепризнанной и надежной технологии: кабели, аппаратные интерфейсы, разъемы и механические компоненты повсеместно стандартизируются, что снижает общие затраты на системы связи. Использование сети Ethernet в промышленных системах управления также основано на стандартных компонентах (экранированный кабель «витая пара» (STP), разъемы RJ45, широко используемые в промышленности, хотя больше подходят для использования в офисах, или разъемы M12), которые при этом более устойчивы к механическим и температурным нагрузкам, вибрации, высокой влажности, электромагнитным помехам, пыли и химическим веществам, присутствующим в промышленной среде. Поэтому мы обычно ведем речь о компонентах для промышленной сети Ethernet. Но описанный механизм имеет некоторые ограничения. Основное – неопределенность времени передачи. Так как всегда существует вероятность конфликта при передаче данных, время, требуемое для передачи одного пакета данных, определить невозможно. Чем больше конфликтов, тем чаще пакеты передаются с задержкой.

Если два устройства случайным образом выберут одинаковое время ожидания, то произвольное время ожидания после конфликта при передаче данных может привести к возникновению последующих конфликтов при передаче данных.

Теоретически возможно, хотя и маловероятно, что пакет данных может находиться в состоянии ожидания длительное время.

Так как установить абсолютно точно максимальное время передачи пакета данных невозможно, Ethernet считается системой передачи данных с неопределенными задержками. Возможно установить только вероятное определенное время передачи пакета данных.

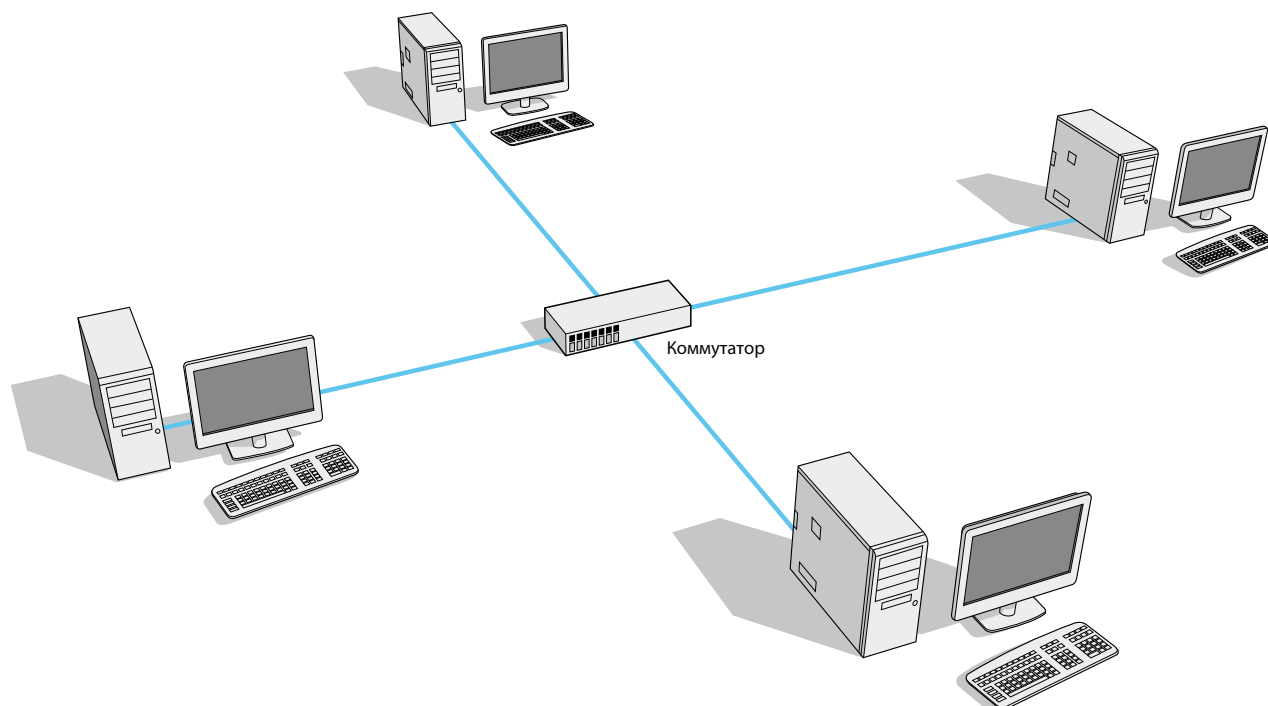
По причине недостаточной точности Ethernet нельзя использовать в некоторых приложениях с высокой степенью контроля времени (например, для позиционного регулирования электрических приводов в реальном времени).

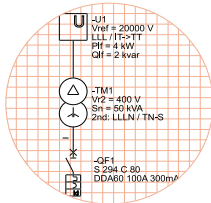
Во всех других случаях Ethernet можно использовать без проблем, при условии, что система управления или диспетчеризации настроена под неопределенное время передачи данных.

Несмотря на то, что сеть Ethernet была изначально разработана в виде шины со всеми устройствами, подключенными параллельно к одному кабелю, современные Ethernet-системы обычно выполняются по схеме «звезда». В центре сетей данного типа располагается сетевой коммутатор, который может быть пассивным (устройство, просто соединяющее кабели) или активным при наличии электронной карты.

Активные коммутаторы могут сохранять адреса устройств, подключенных к их портам, и пакеты данных для перенаправки от отправителя к определенному получателю, не влияя на другие подключенные устройства и улучшая характеристики сети. Коммутаторы используются для маршрутизации внутри локальных вычислительных сетей (ЛВС), а именно сетей, которые физически соединяют компьютеры и терминалы, расположенные поблизости, например, в одном здании.

Рис. 33. Сеть с топологией «звезда» с коммутатором Ethernet





Серия проектировщика

5.1.1 Сетевой протокол IP

Под управлением протокола IP (Internet Protocol) локальное устройство сети связывается с другим устройством из другой локальной сети, при условии, что исходная сеть и сеть назначения связаны между собой. Это взаимодействие может осуществляться между любым количеством промежуточных сетей. Протокол основан на наличии устройств маршрутизации (маршрутизаторов¹⁰), которые позволяют передавать пакет от одной сети к другой.

Производительность и эффективность протокола IP заключается в том, что отправителю не обязательно знать путь, по которому пакет данных направляется к пункту своего назначения. Система IP функционирует подобно почтовой системе, обеспечивая пересылку пакета данных с адресом получателя в пункт назначения.

Фактически, различные пакеты данных, передаваемые отправителем одному получателю, могут быть направлены по различным маршрутам, так как маршрутизаторы могут выбирать различные маршруты в зависимости от загруженности сети, трафика и т.д.

Управляющий протокол IP подробно описывает следующие параметры:

- действия устройства для отправки пакета данных другому устройству или отправки ответа на полученный пакет данных;
- действия устройств, которые отправляют пакеты от одной сети к другой в пункт назначения.

Детальное описание протокола не представляет для нас интереса и не описывается в этой брошюре. Достаточно знать, что адрес получателя и адрес отправителя, а также каждого устройства, подключенного к сети, состоит из последовательности 4 чисел (байт), например 10.39.1.156. Эти числа формируют IP адрес; в последующих версиях этого протокола IP адрес будет расширен до 6 чисел. В системе взаимосвязанных сетей, например, в сети Internet и внутренней сети компании Intranet с одной архитектурой, основанной на протоколе IP, не может существовать одновременно двух устройств с одним IP адресом. Это является гарантией того, что один адрес соответствует одному устройству.

Для обмена данными по сети устройству необходимо присвоить уникальный IP адрес. Это может сделать пользователь/оператор/конструктор панели, который присваивает требуемый адрес и отслеживает отсутствие накладок, после чего речь идет о статическом IP адресе. Также возможно автоматическое присвоение свободного IP адреса сервером сети каждому устройству, подключенному к сети, в данном случае речь идет о динамическом IP адресе. Механизм такого ав-

томатического присвоения описан в протоколе динамической настройки адресов IP, который не будет рассматриваться сейчас и не относится к тематике данной брошюры. Основная разница между двумя типами адресов заключается в том, что статический IP адрес, как правило, сохраняется в постоянной памяти, и следовательно, не меняется при включении и выключении устройства, а также при отключении и повторном подключении к сети. При динамическом IP адресе новому устройству или устройству, подключаемому повторно после отключения, может быть присвоен любой свободный IP адрес. В результате после любой остановки или отключения устройства IP адрес может измениться. Системы промышленного управления, как правило, требуют, чтобы каждое устройство имело определенный адрес; следовательно, в большинстве случаев используется статическое присвоение IP адреса.

5.1.2 Сетевой протокол TCP

Протокол TCP (Transmission Control Protocol) предназначен для управления передачей данных. Каждая передача данных (пакет данных, файлов или веб-страниц) между двумя устройствами делится на части равной длины, называемые пакетами, и каждый пакет отсылается отдельно по сети к устройству назначения. Благодаря протоколу TCP отправитель может сохранять в правильном порядке отдельные полученные пакеты, тем самым восстанавливая отправленные данные для обмена. Фактически, по протоколу IP устройство может отправлять пакет данных на любое устройство, где протокол TCP использует протокол IP для возможной передачи систем структурированных данных от одного устройства к другому, надежным и быстрым способом.

Например, для передачи файла или веб-страницы с одного ПК на другой необходимо проделать ряд операций. Ниже приведено упрощенное описание процесса:

- для обозначения намерения передать файл или даже для обозначения типа и размера файла нужно установить логическое соединение путем отправки серии пакетов данных; в ответ отправляется подтверждение готовности другого компьютера принять переданные данные;
- передающий компьютер должен по протоколу TCP разбить файл на пакеты данных, пронумеровать и по протоколу IP отправить их в порядке очередности. После завершения процедуры передачи по протоколу IP пакеты могут прийти с различной задержкой или в разном порядке отличным от исходного;

¹⁰Маршрутизатор - устройство, определяющее оптимальный маршрут (канал связи) для передачи данных по сети (маршрутизации), который представляет собой специальный канал для направления пакетов данных от одной сети к другой. Фактически, маршрутизаторы, использующие протокол IP, располагают не всей информацией о маршруте пакетов, а только ограниченным объемом данных о канале для направления пакета данных в пункт назначения.

- принимающий компьютер по протоколу TCP должен разместить пакеты по порядку согласно их нумерации и проверить, все ли пакеты доставлены; в случае если некоторые пакеты были утеряны, получатель должен запросить отправителя повторить передачу;
- после проверки правильного и полного получения данных, два компьютера обмениваются пакетами данных, подтверждающих завершение операции, и логическое соединение закрывается.

Таким образом понятно, что если протокол IP осуществляет маршрутизацию и доставку отдельного пакета данных, то протокол TCP предназначен для передачи большого объема пакетов данных и сохранения полученных данных. Эти два протокола, как правило, используются совместно и, по существу, протокол TCP/IP зачастую рассматривается в качестве одного протокола.

Возможность применения протоколов на основе технологии TCP/IP обеспечивает широкое распространение промышленной сети Ethernet для автоматизации производственных систем или управления электрическими системами для генерации, распределения и управления электроэнергией.

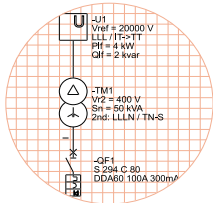
5.2 Промышленные протоколы Ethernet

При выборе системы Ethernet в качестве коммуникационной среды для промышленного управления необходимо уточнить, какие протоколы следует использоваться в различных приложениях, каждое из которых имеет четко определенный набор протоколов. Указание на протоколы TCP/IP, которые используются в большинстве случаев, не дает полной картины. К тому же, как указано выше, TCP/IP определяет набор протоколов, которые осуществляют передачу данных от одного устройства к другому, проходя через одну или несколько взаимосвязанных частей. Но протоколы TCP/IP не предоставляют информацию о передаваемых данных или используемом приложении. Например, только представьте, что TCP/IP используется и для передачи различных файлов (протокол ftp), и веб-страниц (протокол http), и электронной почты (протокол SMTP) и видео для показа в реальном времени (потокковая передача); для каждого из этих приложений существуют различные протоколы. Для системы промышленного контроля и диспетчеризации при выборе системы Ethernet в качестве среды передачи данных и TCP/IP в качестве протокола передачи остаются открытыми следующие вопросы:

- формат данных: количество байт, передаваемых за определенный период времени, формат отображения чисел;
- значение данных: способы различения результатов измерений, указаний аварийных сигналов или сигналов управления;
- характеристики устройств, передающих и принимающих данные: например, частота передачи измерений, меры, принимаемые при потере или задержке данных.

Очевидно, что невыясненных деталей достаточно много, как и возможных проблем. Определение данного типа протокола для большинства производителей устройств и систем достаточно затруднительно. Кроме того, если производитель устройств и систем выбирает собственное решение, может возникнуть полная несовместимость, тем самым теряется основное преимущество Ethernet и TCP/IP: стандартных технологий, используемых для соединения устройств различных производителей.

Для этого в течение последних нескольких лет промышленность определила различные «стандартные» протоколы для использования технологии Ethernet в промышленных условиях. На данный момент широко применяется как минимум дюжина протоколов и примерно столько же для особых областей применения. Каждый разработчик систем автоматизации и управления выбирает среди предлагаемых протоколов оптимальный для его эксплуатационных потребностей и характеристик.



Серия проектировщика

5.3 Протокол Modbus/TCP

Разработанный в 1999 протокол Modbus/TCP является одним из первых промышленных протоколов для использования в сети Ethernet с протоколом TCP/IP. Как видно из названия, это модификация традиционного протокола Modbus (по последовательному порту) для сетей, использующих TCP/IP. Его основные преимущества:

- простота, позволяющая легко внедрять его как в новых устройствах, так и приспосабливать к уже существующим устройствам;
- сходство с традиционным протоколом Modbus, хорошо знакомым многим программистам и разработчикам систем управления и диспетчеризации;
- наличие устройств, подключаемых по сети Ethernet к устройствам, использующим традиционный протокол Modbus по последовательному порту; как показано ниже, эти устройства функционируют, преобразуя отдельные телеграммы.

Концепция достаточно проста: структура ведущий-ведомый заменяется (см. пункт 4.7.1) структурой клиент-сервер. Датчик или исполнительное устройство функционирует в качестве сервера и представляет собой устройство, обеспечивающее другим устройствам (клиентам) по мере необходимости данные для чтения или области памяти для записи. Упрощенная модель аналогична стандартному протоколу Modbus, данные которого представлены в виде регистров для чтения или записи.

Клиент представляет собой устройство, желающее считывать и записывать данные; для этого клиент отправляет телеграмму с запросом, на которую сервер отвечает телеграммой-ответом. Структура телеграммы совпадает с традиционной телеграммой Modbus как по длине, так и по кодировке:

- запрос на чтение состоит из команды в графе «Код функции», которая обозначает тип предполагаемого действия (например, чтение данных), за которой следует адрес регистра или регистров для чтения (информация указывается в поле телеграммы «Данные»);
- запрос на запись состоит из команды в поле «Код функции», адреса и данных для записи в поле «Данные»;

- в ответной телеграмме, подтверждающей успешное выполнение команды, повторяется команда (если требуется, за ней следуют необходимые данные); если команда не может быть выполнена, телеграмма содержит код ошибки, так называемый, код исключения.

Формат данных такой же, как и в традиционном протоколе Modbus, это же действительно для кодов (коды функций), используемых для чтения и/или записи функций и ошибок (коды исключений). Это позволяет разработчиками системы повторно использовать большую часть уже записанных кодов для внедрения традиционного протокола Modbus. Кроме этого, данная функция допускает преобразование телеграмм без необходимости сохранять дополнительные данные и без потери информации.

Рис. 34. Стандартная телеграмма Modbus (Modbus RTU).

Адрес ведомого	Код функции	Данные	Контрольная сумма
----------------	-------------	--------	-------------------

- **Адрес ведомого:** это поле содержит адрес (Modbus) ведомого устройства, подключенного к традиционному последовательному каналу связи Modbus;
- **Код функции:** это поле содержит код, используемый для обозначения планируемых действий (например, функции чтения и/или записи регистров ведомых устройств);
- **Данные:** это поле может содержать дополнительную информацию, необходимую для осуществления действий, указанных в поле «Код функции»; например, при отправке запроса ведущим устройством на чтение данных ведомому устройству поле телеграммы «Данные» должно содержать адрес регистра, с которого необходимо начать чтение данных и количество регистров (данных) для чтения. При отсутствии ошибок ответная телеграмма от ведомого устройства в поле «Данные» должна содержать данные, запрашиваемые ведущим устройством;
- **Контрольная сумма:** поле, используемое для контроля и управления ошибками связи.

Примечание. Для получения дальнейшей информации см. документ: «Спецификация протокола MODBUS», доступный на <http://www.modbus.org/specs.php>.

Перейти от стандартной телеграммы Modbus (Modbus RTU) к телеграмме Modbus/TCP можно следующим образом:

1) удалить из стандартной телеграммы Modbus поля «Адрес ведомого устройства» и «CRC» («Ошибка контрольной суммы»);

2) в начале сообщения добавить заголовок MBAP (Modbus Application).

Как описано ниже, поле «Адрес ведомого устройства» включено в поле «Идентификатор устройства» телеграммы Modbus/TCP при условии, что сервер является межсетевым интерфейсом для преобразования из протокола Modbus/TCP в Modbus RTU.

Заголовок MBAP содержит следующие поля:

- Идентификатор обмена: 2 байта, устанавливаемые клиентом по запросу и дублируемые сервером в ответе, используются для идентификации сообщения в случаях, когда клиент посылает серверу несколько

сообщений без ожидания ответа после каждого сообщения;

- Идентификатор протокола: 2 байта для идентификации протокола (протокол Modbus обозначается значением 0);

- Длина: это поле (2 байта) обозначает (считает) длину последующих полей в сообщении в байтах;

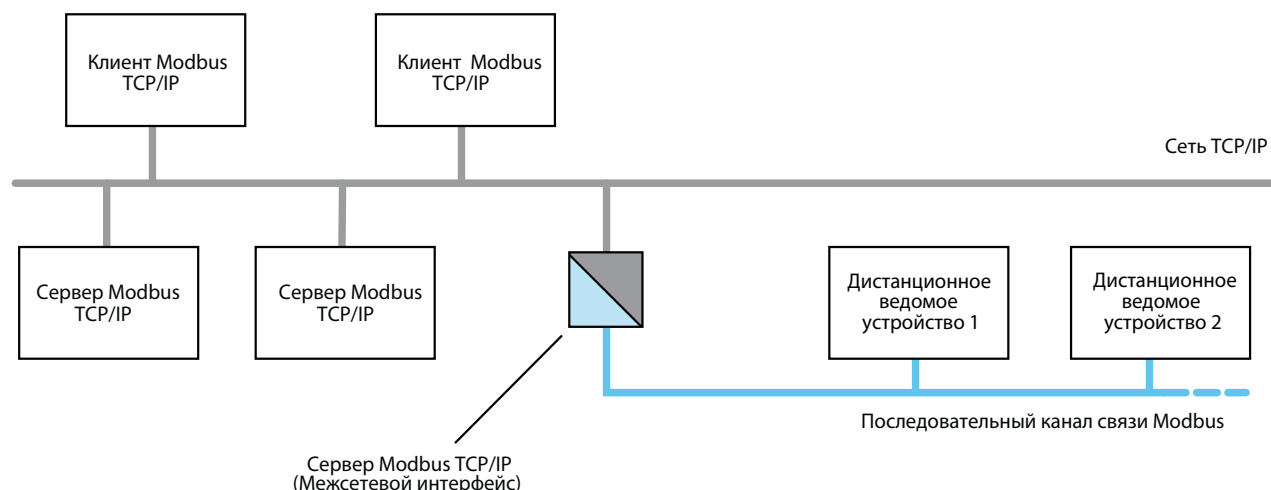
- Идентификатор устройства (далее «Дополнительный адрес»): это поле длиной 1 байт допускает расширение карты Modbus, тем самым один сервер может отвечать так, как если бы он состоял из различных устройств (виртуальные устройства). Если сервер выступает в роли сетевого интерфейса, соединяющего последовательный канал связи Modbus и сеть Ethernet TCP/IP, то это поле используется для обозначения любого подключенного удаленного ведомого устройства (см. рис. 36).

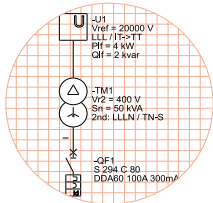
Для получения подробной информации см. «MODBUS Передача данных по TCP/IP Руководство по внедрению V1.0b» на сайте <http://www.modbus.org/specs.php>.

Рис. 35. Телеграмма Modbus /TCP



Рис. 36. Сеть Ethernet TCP/IP – Последовательный канал связи Modbus





Серия проектировщика

Телеграммы Modbus/TCP содержат поле «Дополнительный адрес», которое позволяет отдельному устройству (например, межсетевому интерфейсу) разделить карту регистров на секции (секции карты регистров 1, 2, 3... соответствуют дополнительным адресам 1, 2, 3); эта функция предназначена для преобразования между стандартным протоколом Modbus и Modbus/TCP и описана ниже.

Как клиент, так и сервер имеют собственный IP адрес. Сервер принимает телеграммы Modbus/TCP (обозначенные зарегистрированным портом 502¹¹) от любого клиента. Для каждой телеграммы формируется ответная телеграмма, отправляемая на IP адрес отправителя, так называемого клиента. Протокол TCP/IP обеспечивает:

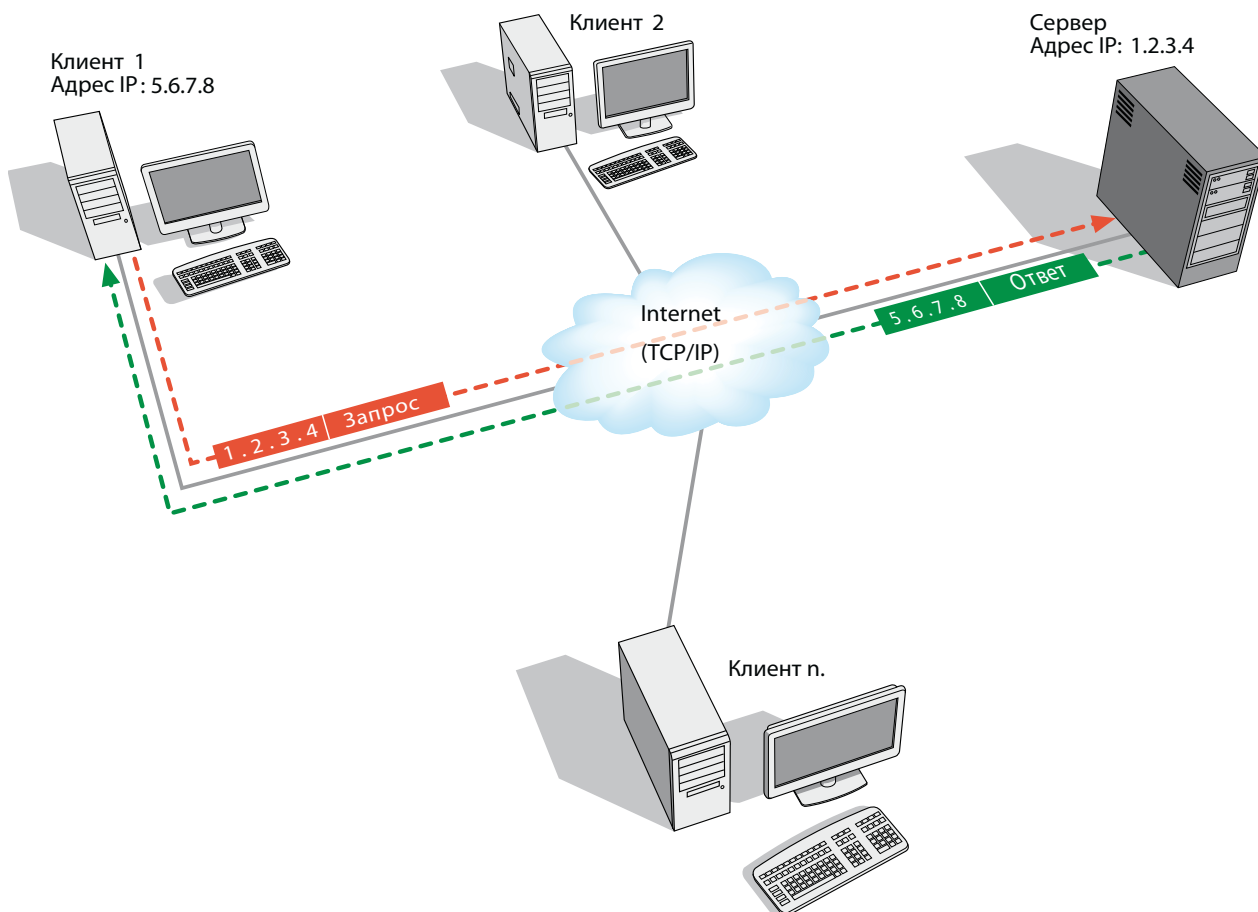
- передачу телеграммы - запроса от клиента к серверу и наоборот;
- передачу каждой ответной телеграммы к устройству,

которое отправляло запрос и доставку ее в пункт назначения.

Обмен данными по Modbus/TCP всегда происходит посредством отдельных телеграмм; на каждый запрос приходит в ответ только одна телеграмма, отвечающая требованиям обрабатывающего сервера. Этот механизм позволяет устройству одновременно обслуживать несколько приложений, отвечая по очереди разным клиентам. Например, приложение управления может считывать данные один раз в секунду, в то время как приложение диспетчеризации, установленное на другом компьютере, считывает другие данные всегда с этого же сервера один раз в минуту. Механизм Ethernet обрабатывает любой конфликт при передаче телеграмм прозрачно для всех приложений. При получении сервером телеграмм быстрее, чем он может на них ответить, он помещает их в очередь и отвечает последовательно; каждый ответ должен быть адресован именно тому клиенту, который отправил запрос.

¹¹Порт TCP 502 предназначен специально для приложений Modbus; клиенты и серверы отправляют и получают данные по протоколу Modbus TCP/IP на порт 502

Рис. 37. Последовательность запрос/ответ



5.4 Преобразование последовательного интерфейса Modbus в Modbus/TCP

Как правило, при модернизации или изменении систем промышленного управления или диспетчеризации добавляются новые устройства или заменяются уже существующие. В этих случаях предпочтительно использование протоколов и систем, допускающих проведение этих операций с наименьшим количеством модификаций существующих устройств и ПО. Для этой цели оптимально подходит структура телеграммы Modbus/TCP:

- по существу содержание телеграммы Modbus/TCP за исключением данных требуемых для передачи по протоколу TCP/IP представляет собой стандартную телеграмму Modbus;
- телеграммы всегда обрабатываются по отдельности: каждой запрашиваемой телеграмме соответствует только одна ответная телеграмма.

Поэтому для связи существующих стандартных устройств с системами Modbus/TCP используется преобразователь интерфейсов CUS 485 TCP/IP. Это устройство позволяет подключить стандартный после-

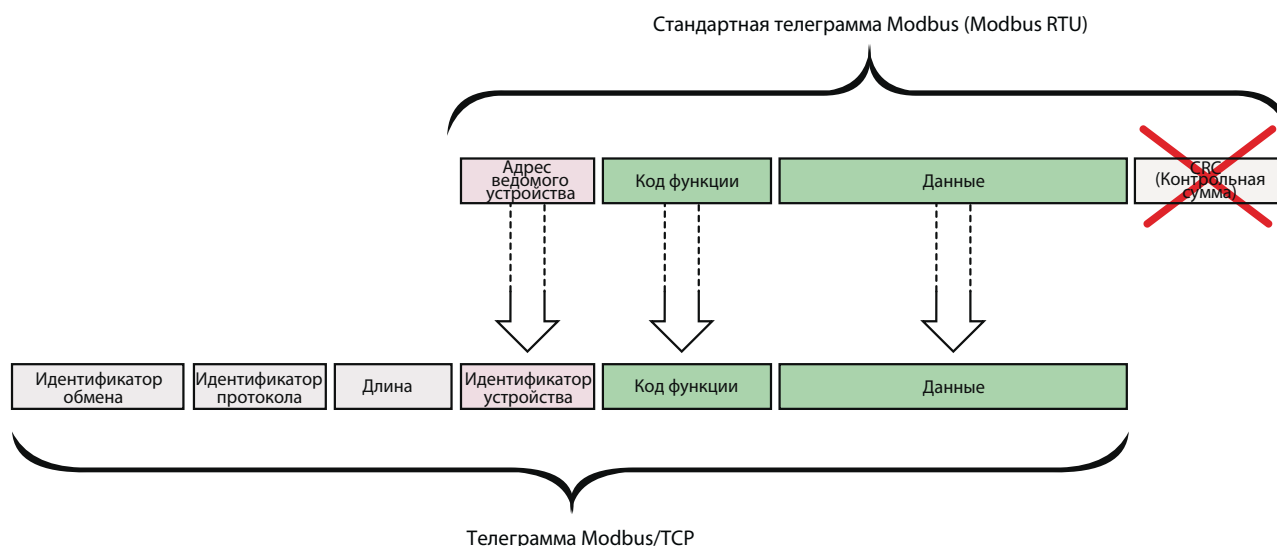
довательный канал связи Modbus к системе Ethernet, так как он функционирует в качестве сервера со стороны TCP/IP и ведущего устройства со стороны последовательного канала передачи.

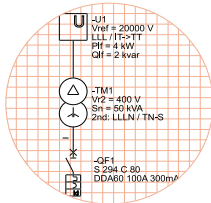
Со стороны Modbus/TCP преобразователь выглядит как отдельное устройство с собственной картой регистров, разделенной на части, каждая из которых обозначена «дополнительным адресом» или идентификатором устройства.

Каждая часть представляет стандартное устройство (ведомое устройство Modbus RTU), адрес которого соответствует дополнительному адресу.

Согласно этой упрощенной модели, преобразование осуществляется по достаточно простому механизму: при получении преобразователем телеграммы запроса он принимает содержимое без части TCP/IP и отправляет его в виде телеграммы на последовательный порт. На самом деле эта телеграмма является телеграммой Modbus, предназначенной одному из ведомых устройств, которое, в свою очередь, должно ответить телеграммой Modbus. Преобразователь должен получить этот ответ, вставить его содержимое в телеграмму TCP/IP и передать ее клиенту (см. рис. 38).

Рис. 38. Ведомое устройство и идентификатор устройства





Серия проектировщика

Следовательно, система Modbus/TCP может получить доступ ко всем данным, присутствующим на карте регистров любого стандартного устройства Modbus (например, автоматического выключателя, подключенного к последовательному каналу связи Modbus).

На рисунках ниже приведен пример общего принципа считывания значений тока (три фазы и нейтраль) выключателем Tmax XT4 160 с расцепителем типа Ekip LSIg в сети Ethernet TCP/IP. Интерфейс CUS 485 TCP/IP одновременно функционирует в качестве сервера TCP/IP и ведущего устройства Modbus RTU.

Рис. 39. Считывание значений тока по сети Ethernet TCP/IP - Запрос

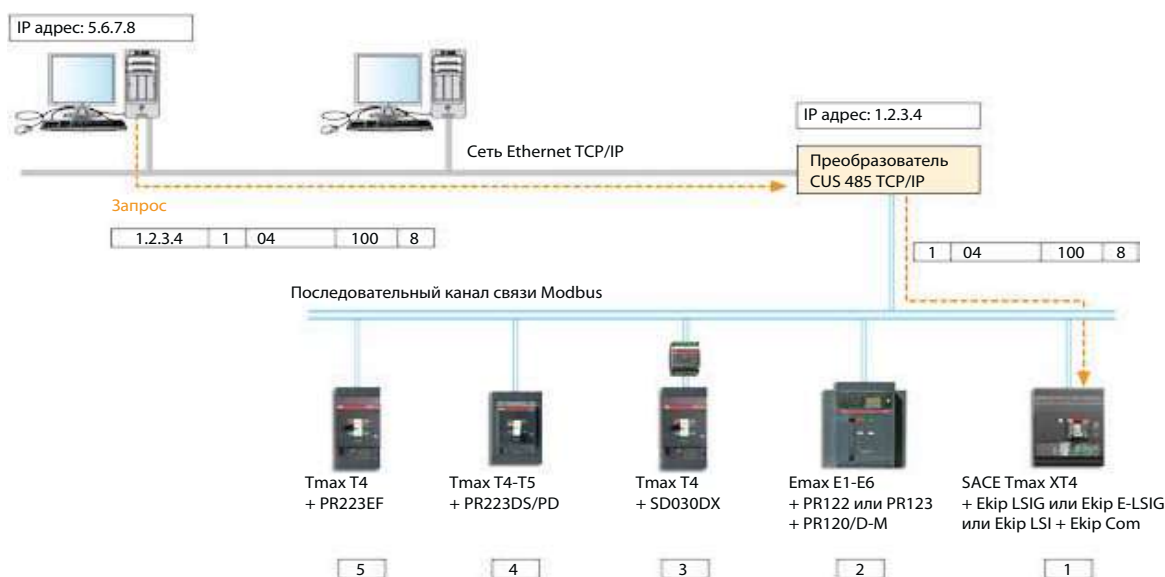
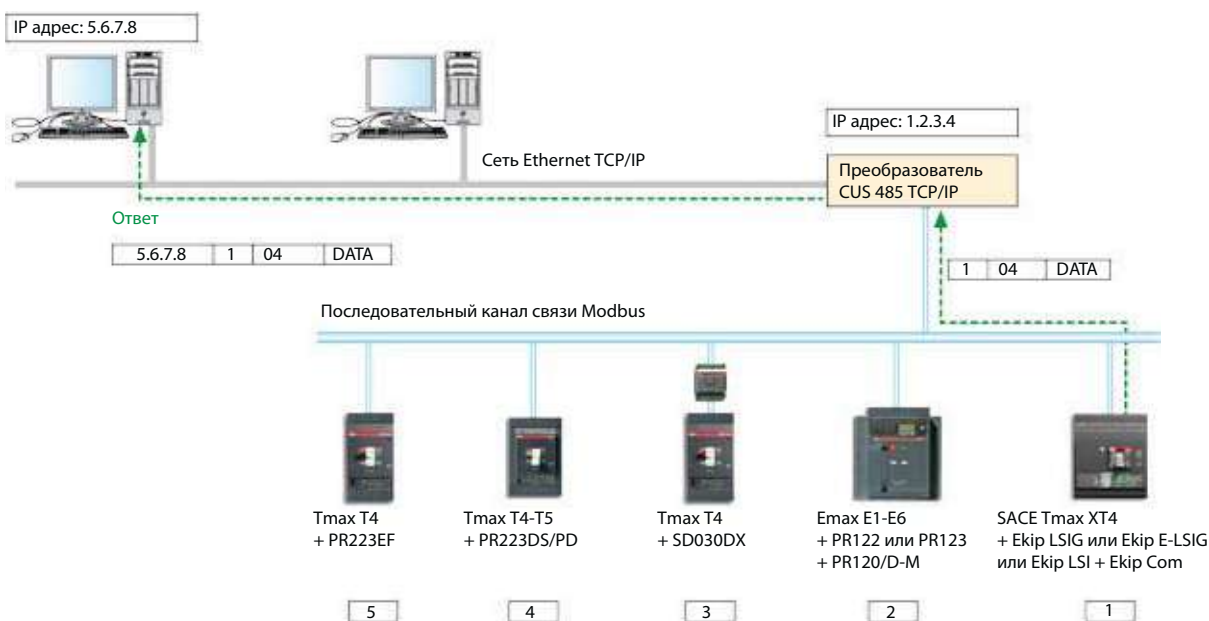


Рис. 40. Считывание значений токов по сети Ethernet TCP/IP - Ответ



- 5.6.7.8: IP адрес клиента, отославшего запрос и получающего ответ;
- 1.2.3.4 IP адрес сервера (CUS 485 TCP/IP), получающего запрос;
- 1 идентификатор устройства или дополнительный адрес автоматического выключателя Tmax XT4, подключенного к последовательному каналу связи Modbus;
- 04 (код функции): инструкции по считыванию значений тока (времятоковых значений);
- 100: номер регистра, с которого начинается чтение значений тока;
- 8: количество считываемых регистров (от регистра 100 до регистра 107) для получения токовых характеристик трех фаз и нейтрали;
- данные: это поле содержит значения тока в фазах (I_{L1} , I_{L2} , I_{L3}) и нейтрали (I_{N0}), считываемых автоматическим выключателем.

6 Примеры применения

Приведем несколько примеров применения автоматических выключателей АББ в цифровых системах автоматизации:

- диспетчерское управление коммутацией и функциями защиты аппаратов;
- контроль распределения затрат на электроэнергию внутри предприятия;
- управление приоритетными и не приоритетными нагрузками.

6.1 Диспетчерское управление коммутацией и функциями защиты автоматических выключателей

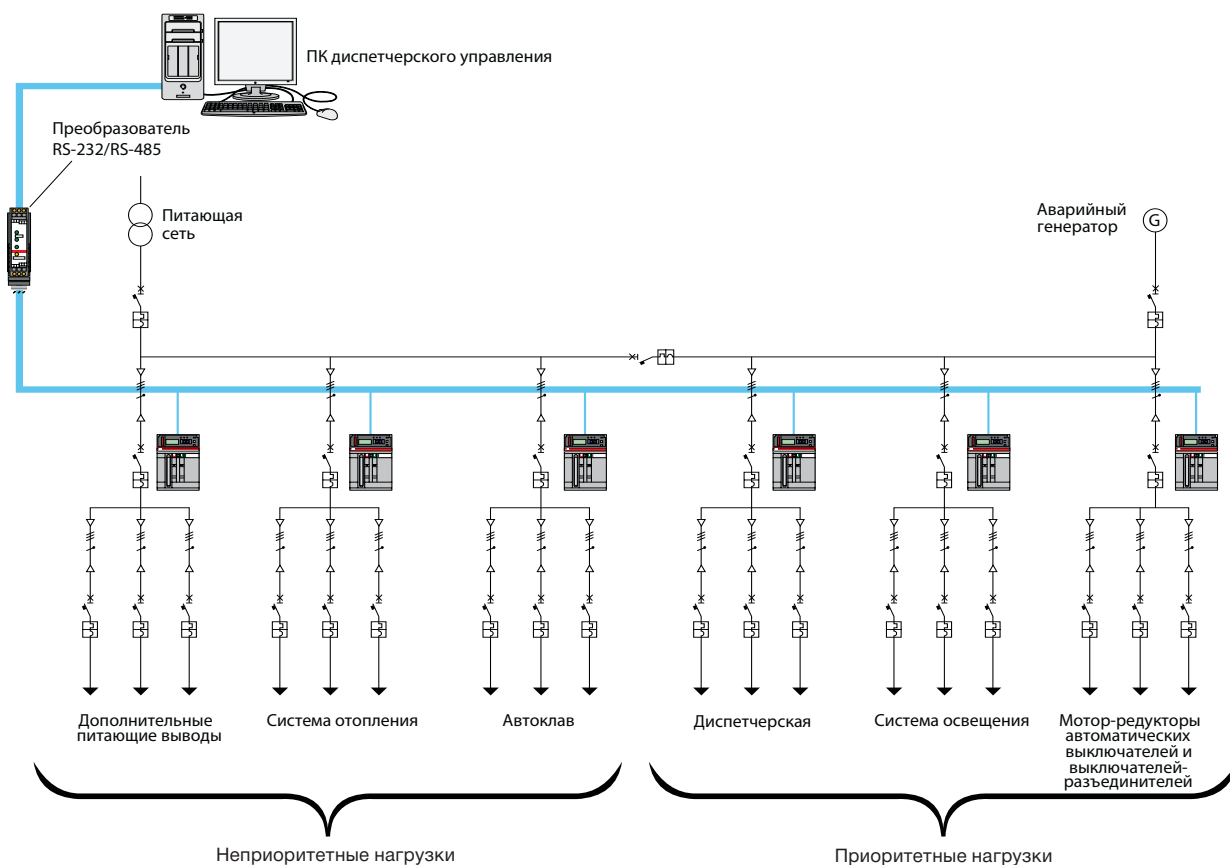
Рассмотрим систему управления электростанцией. Для установок данного типа очень важно обеспечить непрерывное управление не только производством электроэнергии, но и питанием служб жизнеобеспечения (диспетчерской, системы отопления, мотор-редукторов автоматических выключателей и выключателей-разъединителей, противопожарной системы, наружно-

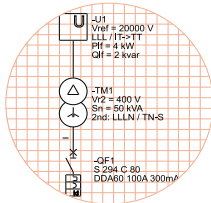
го освещения, дополнительных питающих выводов и т. д.). Всё это цепи низкого напряжения.

В систему также входит аварийный генератор для питания приоритетных нагрузок. В каждом распределительном щите имеется главный автоматический выключатель Emax с расцепителем PR122/P или PR123/P. Расцепитель PR123/P используется только в распределительных щитах приоритетных нагрузок с возможностью питания от генератора, поэтому он имеет функцию «двойные уставки»: в его памяти хранятся два набора уставок, первый - для работы в нормальных условиях с питанием от сети, второй - для аварийных условий с питанием от генератора; переключение между наборами уставок производится мгновенно. Расцепители PR122/P и PR123/P оборудованы коммуникационным интерфейсом Modbus (дополнительный модуль PR120/D-M) и подключены к системе диспетчерского управления.

Эта система взаимодействует с автоматическими выключателями по коммуникационной сети протокола Modbus и отображает три типа информации:

Рис. 41. Схема питания служб жизнеобеспечения электростанции, получаемой от вспомогательных систем





Серия проектировщика

- аварийные сообщения о срабатывании защиты от перегрузки;
- сопутствующие данные о срабатывании защит (в случае аварийного срабатывания отображаются значения отключенных токов, формы волн, записанные расцепителем в свой журнал);
- данные, касающиеся срока службы каждого автоматического выключателя (количество коммутационных операций и процент износа главных контактов).

Система диспетчерского управления циклически считывает информацию с каждого автоматического выключателя по коммуникационной шине. Аварийные и предупредительные сообщения отображаются для операторов в диспетчерской и сохраняются в базе данных системы диспетчерского управления.

Имеющиеся данные позволяют:

- 1) контролировать в реальном времени состояния цепей питания служб жизнеобеспечения;
- 2) осуществлять диагностический и статистический анализ произошедших аномалий для предупреждения их в будущем, повышения эффективности вспомогательных систем, что способствует повышению эффективности работы всей электростанции.

Кроме того, данные о сроке службы каждого автоматического выключателя (количество выполненных коммутационных операций и процент износа главных контактов) передаются через локальную сеть в базу данных и используются для планирования профилактического обслуживания аппаратов с целью обеспечить их бесперебойную работу.

6.2 Распределение затрат на электроэнергию внутри предприятия

Для правильного ценообразования важно знать расходы на электроэнергию, потребляемую технологическими линиями, выпускающими ту или иную продукцию. Рассмотрим промышленное предприятие, выпускающее моющие средства на трех технологических линиях. Каждая линия производит один тип моющего средства, отличающийся составом, расфасовкой и видом упаковки. Все линии заняты схожими технологическими процессами, начинающимися со смешивания различного исходного сырья. Три линии должны производить различные объемы продукции, поэтому и время их работы планируется по отдельности: в определенный момент одна из них может быть загружена полностью, а остальные - остановлены.

Для правильного управления предприятием необходимо знать энергозатраты каждого из производств. В частности, рассматриваемые расходы на оплату электроэнергии могут складываться из:

- платы за электроэнергию, пропорциональной количеству киловатт-часов, потребленных каждой технологической линией;
- штрафа за реактивную энергию, пропорционального количеству минут, в течение которых $\cos \varphi$ электрооборудования потребителя был ниже установленного электросбытовой организацией.

6.2.1 Сети распределения энергии и связи

Электрораспределительная сеть низкого напряжения имеет радиальную структуру. У каждой технологической линии имеется свой распределительный шкаф ВРУ, снабжающий питанием производственное оборудование, и распределительный шкаф линии расфасовки ЩУ, снабжающий питанием оборудование для автоматической заливки продукции по бутылкам и их дальнейшей упаковки. В каждом из распределительных щитов имеется главный автоматический выключатель Еmax Е2, оборудованный следующими аксессуарами:

- электронным расцепителем PR122/P;
- модулем измерения PR120/V;
- модулем связи Modbus PR120/D-M. Расцепители получают питание 24 В пост. тока от источников питания АББ типа CP-24/1. В каждом из щитов имеется по одному такому источнику питания.

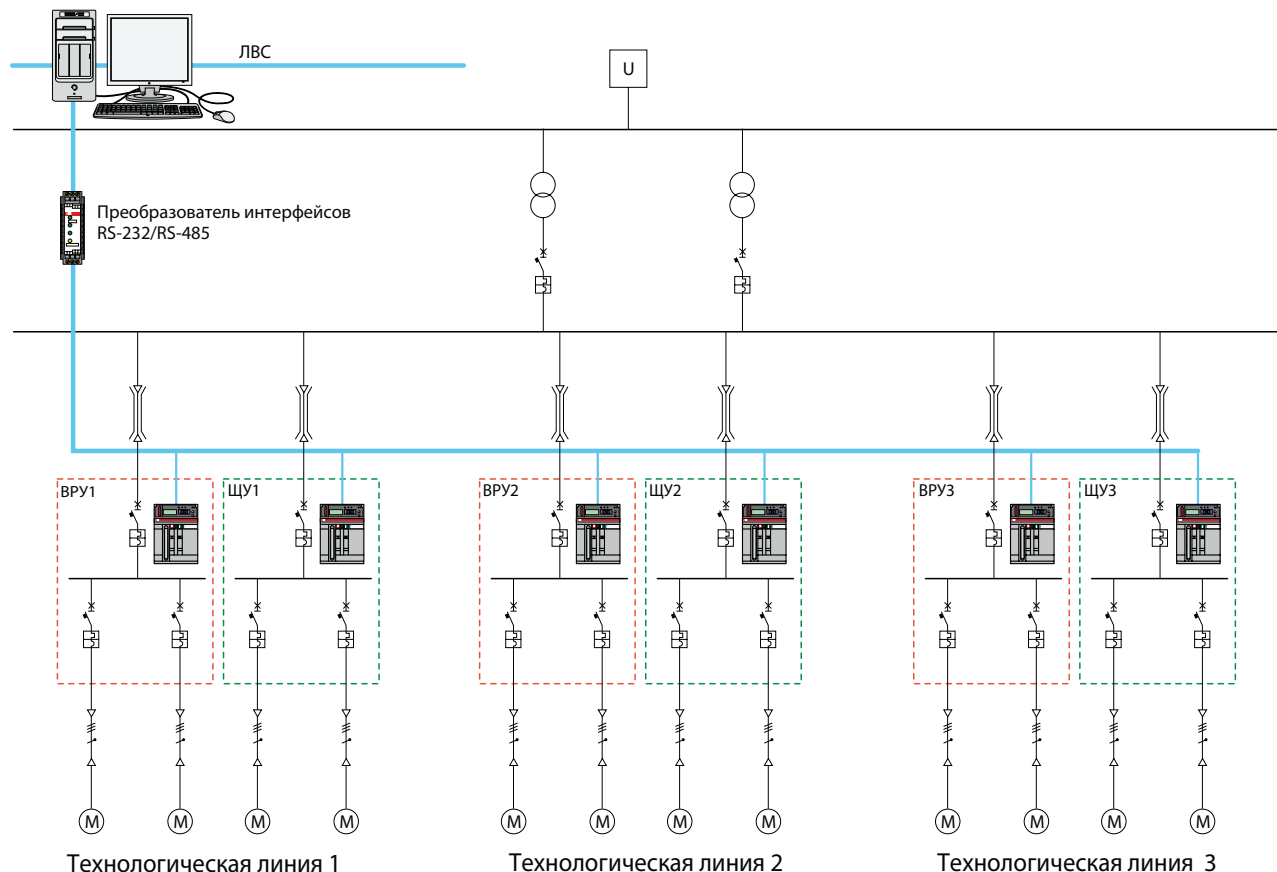
Все главные автоматические выключатели подключены экранированным кабелем к коммуникационной шине RS-485, соединяющей их с ПК, на котором установлено ПО диспетчерского управления. Компьютер, в свою очередь, входит в локальную сеть управления предприятием.

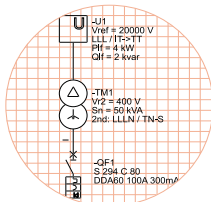
6.2.2 Функционирование

Наличие модулей PR120/V позволяет расцепителям всех главных автоматических выключателей непрерывно измерять активную и реактивную мощность, а также cosφ их нагрузок. Расцепитель снабжен счетчиком электроэнергии, который с заданной периодичностью регистрирует суммарное значение потребленной активной электроэнергии.

Все указанные выше изделия доступны через сеть как регистры, считываемые с помощью протокола Modbus. Программное обеспечение по диспетчерскому управлению выполняет простой цикл опроса, в ходе которого считывает из регистров автоматических выключателей суммарное значение электроэнергии и измеренную реактивную мощность. Период опроса может составлять, например, 5 с.

Каждые 15 мин. приложение записывает файл со значениями суммарной потребленной электроэнергии и средней реактивной мощности для каждого автоматического выключателя. Зарегистрированные таким образом значения анализируются специалистами, ответственными за распределение затрат на активную и реактивную энергию между технологическими линиями.





Серия проектировщика

6.3 Управление приоритетными и неприоритетными нагрузками

В торговом центре может быть несколько холодильных камер, каждая из которых имеет собственный холодильный контур. Каждый контур оборудован собственным термостатом и может включаться автоматически и независимо.

Кроме того, каждая камера может работать в нормальном режиме (хранения) или в режиме быстрого замораживания, позволяющем как можно скорее охладить загруженные продукты. В последнем случае возникает пиковое потребление.

Помимо морозильных камер, электрораспределительная сеть питает их внутреннее освещение, кондиционирование воздуха и внешнее аварийное освещение. Последнее считается неприоритетной нагрузкой и при необходимости может быть отключено для сокращения энергопотребления.

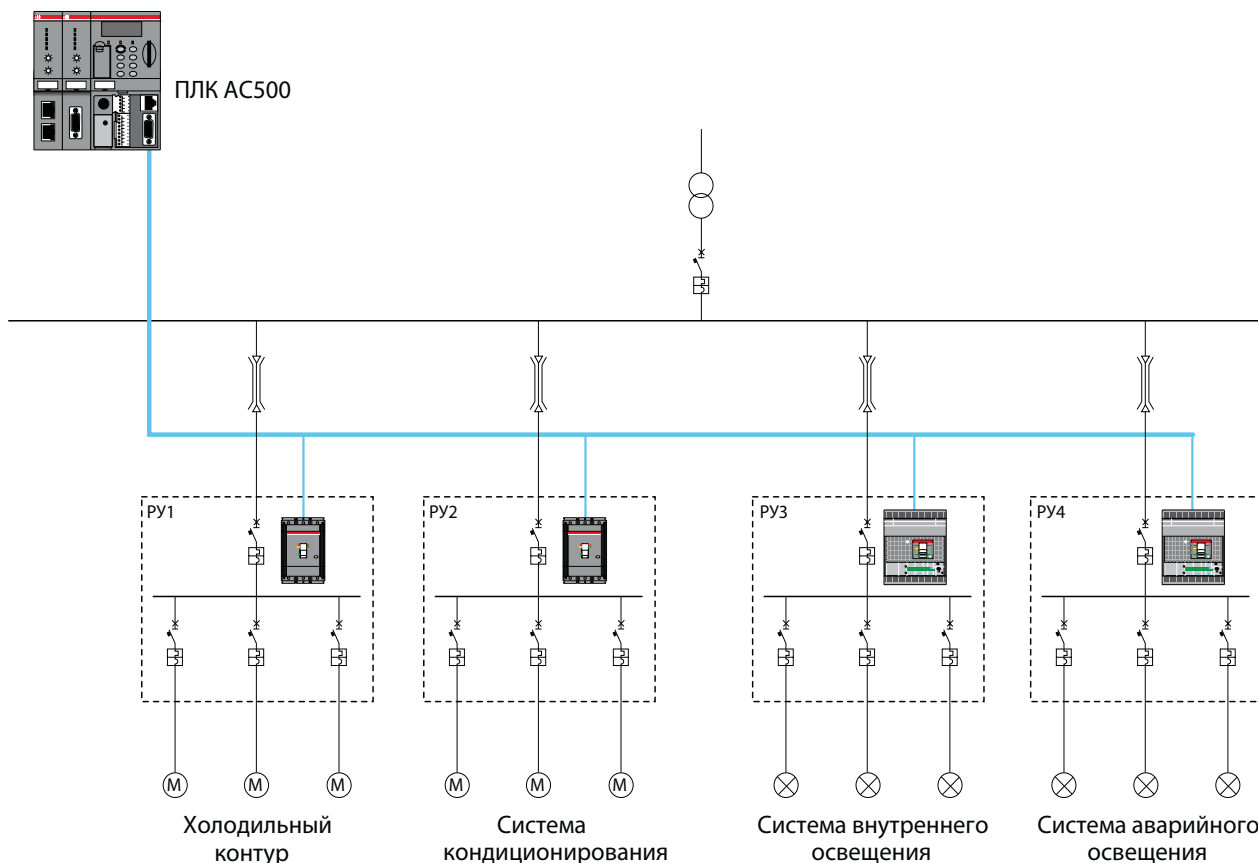
Главные автоматические выключатели щитов вторичного распределения PY1 и PY2 - это аппараты серии Tmax T5 с расцепителями PR22DS/ PD, оборудованными интерфейсами Modbus, дополнительными контактами с электронным интерфейсом AUX-E и мотор-

ными приводами с электронным интерфейсом МОЕ-Е. Главные автоматические выключатели щитов вторичного распределения PY3 и PY4 - это аппараты серии Tmax XT4 с расцепителями Ekip LSI, модулями связи Ekip Com, оборудованными интерфейсами Modbus и моторными приводами с электронными интерфейсами МОЕ-Е.

Рабочая программа ПЛК управляет нагрузками: она циклически считывает значения токов главных автоматических выключателей и выдает команды на отключение неприоритетных нагрузок, когда суммарный потребляемый ток превышает заданный предел, или при наступлении других запрограммированных условий работы. Эти условия могут быть связаны с тарифами на электроэнергию в периоды пикового потребления (электроэнергия может быть дороже днем, в часы пиковой нагрузки, и дешевле в ночные часы).

Управление нагрузками преследует две цели:

- предотвращение срабатывания главных автоматических выключателей для защиты от перегрузки;
- снижение, насколько возможно, потребления в часы, когда тарифы на электроэнергию наиболее высоки.



Приложение А: Результаты измерений, команды и другие данные для контроля и диспетчерского управления

Диспетчерское управление через промышленную сеть Modbus RTU

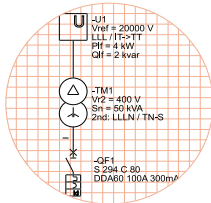
Таблица А.1: Результаты измерений, команды и другие данные, передаваемые воздушными автоматическими выключателями Emax, Emax X1 и автоматическими выключателями в литом корпусе Tmax T7

		E1÷E6			T7-X1		X1
		PR122/P+ PR120/D-M	PR122/P+ PR120/D-M+ PR120/V	PR123/P+ PR120/D-M	PR332/P+ PR330/D-M	PR332/P+ PR330/D-M+ PR330/V	PR333/P+ PR330/D-M
Значения электрических параметров	Токи в фазных (I_{L1} , I_{L2} , I_{L3}) и нейтральном (I_N) рабочих проводниках, защитном проводнике	■	■	■	■	■	■
	Напряжения (фазные, линейные, остаточное)		■	■		■	■
	Мощность: суммарная и по фазам (активная P, реактивная Q, полная S)		■	■		■	■
	Коэффициент мощности		■	■		■	■
	Коэффициент амплитуды ($I_{\text{пик}}/I_{\text{действ.}}$)	■	■		■	■	■
	Частота		■	■		■	■
	Энергия: суммарная и по фазам (активная, реактивная, полная)		■	■		■	■
	Анализ гармоник (THDi, THDv и спектр) до 40-й (до 35-й при f= 60 Гц)			■			■
	Формы волн токов в фазных и нейтральном проводниках			■			■
	Формы волн линейных напряжений			■			■
	Регистратор данных	■	■	■	■	■	■
	Журнал измерений ($I_{\text{макс.}}$)	■	■	■	■	■	■
	Журнал измерений ($V_{\text{макс.}}$, $V_{\text{мин.}}$, $P_{\text{макс.}}$, $P_{\text{ср.}}$, $Q_{\text{макс.}}$, $Q_{\text{ср.}}$, $A_{\text{макс.}}$, $A_{\text{ср.}}$)		■	■		■	■
Информация о состоянии	Состояние аппарата (вкл./откл., сработал)	■	■	■	■	■	■
	Положение аппарата (установлен/выкачен для тестирования)	■	■	■	■	■	■
	Состояние пружин (взведены/разряжены)	■	■	■	■	■	■
	Режим управления (локальное, дистанционное)	■	■	■	■	■	■
	Заданные параметры защиты, параметры для управления нагрузкой	■	■	■	■	■	■
Сервисные данные	Общее количество ручных операций и срабатываний	■	■	■	■	■	■
	Количество проверочных срабатываний и операций, выполненных вручную	■	■	■	■	■	■
	Число срабатываний каждой функции защиты	■	■	■	■	■	■
	Износ главных контактов (%)	■	■	■	■	■	■
	Записи данных о последних 20 срабатываниях	■	■	■	■	■	■
Сообщения о срабатываниях защиты	Защита L, S, I, G	■	■	■	■	■	■
	Направленная защита D (время и параметры отключения)			■			■
	Защита от небаланса токов U (время и параметры отключения)	■	■	■	■	■	■
	Защита от перегрева расцепителя OT	■	■	■	■	■	■
	Защита от небаланса напряжений U (время и параметры отключения)		■	■		■	■
	Защита от падения напряжения UV (время и параметры отключения)		■	■		■	■
	Защита от повышенного напряжения OV (время и параметры отключения)		■	■		■	■
	Защита от обратного потока мощности RP (время и параметры отключения)		■	■		■	■
	Защита от пониженной частоты UF (время и параметры отключения)		■	■		■	■
	Защита от повышенной частоты OF (время и параметры отключения)		■	■		■	■
Диагностические сообщения	Команда срабатывания не выполнена	■	■	■	■	■	■
	Износ контактов = 100 %	■	■	■	■	■	■
	Ошибка модуля номинального тока	■	■	■	■	■	■
	Катушка отключения (TC) отсоединена или повреждена	■	■	■	■	■	■
	Датчики тока отсоединены	■	■	■	■	■	■
Команды	Включение/отключение автоматического выключателя	■	■	■	■	■	■
	Сброс аварийных сигналов (сброс после срабатывания)	■	■	■	■	■	■
	Задание уставок и кривых срабатывания защиты	■	■	■	■	■	■
	Системная синхронизация времени срабатывания каждого выключателя	■	■	■	■	■	■
События	Изменение состояния выключателя, функций защиты и аварийных сигналов (последние 80)	■	■	■	■	■	■

Более подробная информация об электрических параметрах, данных и аварийных сигналах содержится в документе:

Руководство по эксплуатации расцепителей защиты PR122/P и PR123/P с модулем связи PR120/D-M для автоматических выключателей New Emax, расцепителей защиты PR332/P и PR333/P с модулем связи PR330/D-M для автоматических выключателей Emax X1, Tmax T7 и Tmax T8 с системным интерфейсом Modbus (код документа: 1SDH000556R0001).

Выкачен для тестирования: положение аппарата с отключенными силовыми контактами и подключенными вспомогательными контактами.



Серия проектировщика

Диспетчерское управление через промышленную сеть Modbus RTU

Таблица А.1А: Результаты измерений, команды и другие данные, передаваемые воздушными автоматическими выключателями Emax DC

		Emax DC	
		PR122/DC + PR120/D-M	PR123/DC + PR120/D-M
Значения электрических параметров	Ток установки	■	■
	Ток защиты от замыкания на землю		■
	Напряжение		■
	Суммарная активная мощность		■
	Активная энергия (положительная/отрицательная)		■
	Суммарная активная энергия		■
	Журнал измерений ($I_{\text{макс}}$)	■	■
	Журнал измерений ($V_{\text{мекс}}$, $P_{\text{мекс}}$, $P_{\text{ср}}$)	■	■
	Регистратор данных	■	■
Информация о состоянии	Состояние аппарата (вкл./откл., сработал)	■	■
	Положение аппарата (установлен/выкачен для тестирования)	■	■
	Состояние пружин (введены/разряжены)	■	■
	Режим управления (локальное, дистанционное)	■	■
	Заданные параметры защиты, параметры для управления нагрузкой	■	■
Сервисные данные	Общее количество операций (от включения до отключения)	■	■
	Общее количество срабатываний защиты	■	■
	Общее количество проверочных срабатываний	■	■
	Количество ручных операций (с командой отключения)	■	■
	Число срабатываний каждой функции защиты	■	■
	Износ главных контактов (%)	■	■
	Записи данных о последних 20 срабатываниях	■	■
Сообщения о срабатываниях защиты	Защита L (время и параметры отключения)	■	■
	Предварительный сигнал о перегрузке L	■	■
	Защита S (время и параметры отключения)	■	■
	Защита I (параметры отключения)	■	■
	Защита от перегрева ОТ (предварительный сигнал и параметры отключения)	■	■
	Защита G (время и параметры отключения)		■
	Защита от небаланса токов U (время и параметры отключения)		■
	Защита от падения напряжения UV (время и параметры отключения)		■
	Защита от повышенного напряжения OV (время и параметры отключения)		■
	Защита от остаточного напряжения RV (время и параметры отключения)		■
	Защита от обратного потока мощности RP (время и параметры отключения)		■
Диагностические сообщения	Неисправность механизма отключения (команда СРАБАТЫВАНИЕ не выполнена)	■	■
	Износ контактов = 100 %	■	■
	Ошибка модуля номинального тока	■	■
	Катушка отключения (ТС) отсоединена или повреждена	■	■
Команды	Включение/отключение автоматического выключателя	■	■
	Сброс аварийных сигналов (сброс после срабатывания)	■	■
	Задание уставок и кривых срабатывания защиты	■	■
	Системная синхронизация времени срабатывания каждого выключателя	■	■
События	Изменение состояния выключателя, функций защиты и аварийных сигналов (последние 80)	■	■

Более подробная информация об электрических параметрах, данных и аварийных сигналах содержится в документе: Руководство по эксплуатации автоматических выключателей Emax DC с расцепителями PR122DC-PR123DC, модулем связи PR120/D-M и системным интерфейсом Modbus (код документа: 1SDH000841R0001).

Выкачен для тестирования: положение аппарата с отключенными силовыми контактами и подключенными вспомогательными контактами.

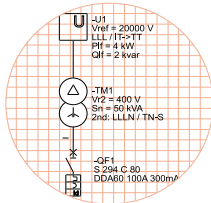
Диспетчерское управление через промышленную сеть Modbus RTU

Таблица А.2: Результаты измерений, команды и другие данные, передаваемые автоматическими выключателями в литом корпусе Tmax T4, T5 и T6

		PR222DS/PD	PR223EF	PR223EF + VM210	PR223DS	PR223DS + VM210
Значения электрических параметров	Токи в фазных (I_{L1} , I_{L2} , I_{L3}) и нейтральном (I_N) рабочих проводниках, защитном проводнике	■	■	■	■	■
	Линейные напряжения (V_{12} - V_{23} - V_{31})			■		■
	Фазные напряжения (V_1 - V_2 - V_3)			■		■
	Коэффициент амплитуды (L_1 - L_2 - L_3 -N)		■	■	■	■
	Частота			■		■
	Мощность: суммарная и по фазам (активная P, реактивная Q, полная S)					■
	Суммарный коэффициент мощности					■
	Суммарная энергия (активная, реактивная, полная)					■
Информация о состоянии	Состояние аппарата (вкл./откл., сработал)	■	■	■	■	■
	Режим управления (локальное, дистанционное)	■	■	■	■	■
	Заданные параметры защиты	■	■	■	■	■
Сервисные данные	Общее количество операций	■	■	■	■	■
	Общее количество срабатываний	■	■	■	■	■
	Количество проверочных срабатываний	■	■		■	■
	Количество операций, выполненных вручную	■	■	■	■	■
	Количество срабатываний каждой функции защиты L-S-I-G	■	■	■	■	■
	Количество срабатываний каждой функции защиты EF-SOS		■	■		
	Записи данных о последних n срабатываниях	1	20	20	20	20
Сообщения о срабатываниях защиты	Защита I (параметры отключения)	■	■	■	■	■
	Защита L, S, G (время и параметры отключения)	■	■	■	■	■
	Защита EF, SOS (параметры отключения)		■	■		
Диагностические сообщения	Команда срабатывания не выполнена	■	■	■	■	■
	Перегрев MOE-E	■	■	■	■	■
	Катушка отключения (TC) отсоединена или повреждена		■	■	■	■
Команды	Включение/отключение автоматического выключателя (с MOE-E)	■	■	■	■	■
	Сброс аварийных сигналов	■	■	■	■	■
	Сброс автоматического выключателя (с MOE-E)	■	■	■	■	■
	Задание уставок и кривых срабатывания защиты	■	■	■	■	■
События	Изменение состояния выключателя, функций защиты и аварийных сигналов	■	■	■	■	■

Более подробная информация об электрических параметрах, данных и аварийных сигналах содержится в документе:

- Руководство по эксплуатации PR223EF с системным интерфейсом Modbus (код документа: 1SDH000566R0001);
- Руководство по эксплуатации PR223DS с системным интерфейсом Modbus (код документа: 1SDH000658R0001);
- Руководство по эксплуатации PR222DS/PD с системным интерфейсом Modbus (код документа: 1SDH000600R0001).



Серия проектировщика

Диспетчерское управление через промышленную сеть Modbus RTU

Таблица А.3: Результаты измерений, команды и другие данные, передаваемые автоматическими выключателями в литом корпусе Tmax XT2-XT4

Значения электрических параметров (динамические значения)	Токи в фазных проводниках ($I_{L1} - I_{L2} - I_{L3}$)
	Токи в нейтральном проводнике (I_{Ne}) ⁽¹⁾
	Ток в защитном проводнике (I_p)
	Линейные напряжения ($V_{12} - V_{23} - V_{31}$)
	Фазные напряжения ($V_{1N} - V_{2N} - V_{3N}$) ⁽³⁾
	Частота
	Суммарная активная мощность ($P_{сум}$) и фазная мощность (P_1, P_2, P_3) ⁽³⁾
	Суммарная реактивная мощность ($Q_{сум}$) и фазная мощность (Q_1, Q_2, Q_3) ⁽³⁾
	Суммарная полная мощность ($S_{сум}$) и фазная мощность (S_1, S_2, S_3) ⁽³⁾
	Активная энергия (положительная, отрицательная)
	Суммарная активная энергия
	Реактивная энергия (положительная, отрицательная)
	Суммарная реактивная энергия
	Суммарная полная энергия
Значения электрических параметров (значения по запросу) ⁽⁴⁾	Суммарный коэффициент мощности $\cos\phi_{сум}$ и фазный коэффициент мощности ($\cos\phi_1, \cos\phi_2, \cos\phi_3$)
	Анализ гармоник в фазных и нейтральном проводниках (спектр тока до 11-й гармоники при 50 Гц или 60 Гц)
Журнал измерений	THDi в фазных проводниках (L1, L2, L3) и нейтральном проводнике (Ne) при 50 Гц и 60 Гц
	Токи в фазных проводниках ($I_{L1макс}^* I_{L2макс}^* I_{L3макс}^* I_{L1мин}^* I_{L2мин}^* I_{L3мин}^*$)
	Токи в нейтральном проводнике ($I_{Немакс}^* I_{Немин}^*$) ⁽¹⁾
	Линейные напряжения ($V_{12макс}^* V_{23макс}^* V_{31макс}^* V_{12мин}^* V_{23мин}^* V_{31мин}^*$)
	Фазные напряжения ($V_{1Nмакс}^* V_{2Nмакс}^* V_{3Nмакс}^* V_{1Nмин}^* V_{2Nмин}^* V_{3Nмин}^*$) ⁽³⁾
	Частота (максимальное и минимальное значения)
	Суммарная активная мощность ($P_{суммакс}^* P_{суммин}^*$) и фазная мощность ($P_{1макс}^* P_{2макс}^* P_{3макс}^* P_{1мин}^* P_{2мин}^* P_{3мин}^*$) ⁽³⁾
	Суммарная реактивная мощность ($Q_{суммакс}^* Q_{суммин}^*$) и фазная мощность ($Q_{1макс}^* Q_{2макс}^* Q_{3макс}^* Q_{1мин}^* Q_{2мин}^* Q_{3мин}^*$) ⁽³⁾
	Суммарная полная мощность ($S_{суммакс}^* S_{суммин}^*$) и фазная мощность ($S_{1макс}^* S_{2макс}^* S_{3макс}^* S_{1мин}^* S_{2мин}^* S_{3мин}^*$) ⁽³⁾
	Состояние аппарата (вкл./откл., сработал)
Информация о состоянии	Сброс после срабатывания защиты
	Режим управления (локальное, дистанционное)
	Заданные параметры защиты (кривые, время и уставки срабатывания)
	Функция тепловой памяти активирована
Сервисные данные	Общее количество операций (от отключения до включения)
	Общее количество срабатываний по защите
	Количество проверочных срабатываний
	Количество операций (от включения до отключения) с командой отключения
	Количество несостоявшихся срабатываний
Сообщения о срабатываниях защиты	Записи данных о последних 20 срабатываниях
	Защита I (параметры отключения)
	Защита S (время и параметры отключения)
	Защита L (время и параметры отключения)
	Защита G (время и параметры отключения)
	Защита R (ротор зафиксирован) и U (защита от небаланса и пропадания фазы) (время и параметры отключения)
	Предварительный сигнал перегрузки L ⁽⁵⁾
	Защита от падения напряжения UV (время и параметры отключения)
Диагностические сообщения	Защита от повышенного напряжения OV (время и параметры отключения)
	Команда срабатывания не выполнена
Команды/конфигурации	Катушка отключения (TC) отсоединена или повреждена
	Включение/отключение автоматического выключателя (с моторным приводом MOE-E)
	Сброс автоматического выключателя после срабатывания защиты (с моторным приводом MOE-E)
	Сброс аварийных сигналов (сброс после срабатывания)
	Проверочное срабатывание
	Задание параметров защиты (кривые, время и уставки срабатывания)
	Конфигурация нейтрали (ВКЛ./ОТКЛ.-50%/100% от фаз)
	Включение/отключение тепловой памяти
Динамические события	Уставка номинального напряжения
	Изменение состояния выключателя, функций защиты и аварийных сигналов

1) Измерения, доступные при наличии нейтрального проводника (с четырехполюсным или трехполюсным автоматическим выключателем с трансформатором тока для внешнего нейтрального проводника);

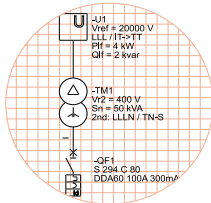
2) Только при наличии расцепителя Ekip LSIG;

3) Измерения, доступные при наличии нейтрального проводника (с четырехполюсным или трехполюсным автоматическим выключателем с внешним нейтральным проводником);

4) Информация, доступная при отправке отдельной команды;

5) Сигнализирует, что значение тока находится в диапазоне $90\%I < I < 120\%I$.

[illegible]



Серия проектировщика

Диспетчерское управление по промышленной сети Profibus DP и DeviceNet

Таблица А.4: Результаты измерений, команды и другие данные, передаваемые воздушными автоматическими выключателями Emax, X1 и автоматическими выключателями в литом корпусе Tmax T7

		E1+E6			T7-X1		X1
		PR122/P+ PR120/D-M+ EP010	PR122/P+ PR120/D-M+ PR120/V+ EP010	PR123/P+ PR120/D-M+ EP010	PR332/P+ PR330/D-M+ EP010	PR332/P+ PR330/D-M+ PR330/V+ EP010	PR333/P+ PR330/D-M+ EP010
Значения электрических параметров	Токи в фазных (I_{L1} , I_{L2} , I_{L3}) и нейтральном (I_N) рабочих проводниках, защитном проводнике	■	■	■	■	■	■
	Напряжения (фазные, линейные, остаточное)		■	■		■	■
	Мощность: суммарная и по фазам (активная P, реактивная Q, полная S)		■	■		■	■
	Суммарный коэффициент мощности		■	■		■	■
	Частота		■	■		■	■
	Суммарная энергия (активная, реактивная, полная)		■	■		■	■
	Анализ гармоник (THDi, THDv и спектр) до 25-й гармоники (гармоники нечетного порядка)			■			■
Информация о состоянии	Состояние аппарата (вкл./откл., сработал)	■	■	■	■	■	■
	Положение аппарата (установлен/выкачен для тестирования)	■	■	■	■	■	■
	Состояние пружин (введены/разряжены)	■	■	■	■	■	■
	Режим управления (локальное, дистанционное)	■	■	■	■	■	■
	Заданные параметры защиты	■	■	■	■	■	■
Сервисные данные	Общее количество операций	■	■	■	■	■	■
	Общее количество срабатываний	■	■	■	■	■	■
Сообщения о срабатываниях защиты	Защита L	■	■	■	■	■	■
	Защита S	■	■	■	■	■	■
	Защита I	■	■	■	■	■	■
	Защита G	■	■	■	■	■	■
	Защита от небаланса токов U (время и параметры отключения)	■	■	■	■	■	■
	Защита от перегрева расцепителя OT (время и параметры отключения)	■	■	■	■	■	■
	Защита от небаланса напряжений U (время и параметры отключения)		■	■		■	■
	Защита от падения напряжения UV (время и параметры отключения)		■	■		■	■
	Защита от повышенного напряжения OV (время и параметры отключения)		■	■		■	■
	Защита от остаточного напряжения RV (время и параметры отключения)			■		■	■
	Защита от обратного потока мощности RP (время и параметры отключения)		■	■		■	■
	Защита от пониженной частоты UF (время и параметры отключения)		■	■		■	■
	Защита от повышенной частоты OF (время и параметры отключения)		■	■		■	■
Диагностические сообщения	Направленная защита D (время и параметры отключения)			■			■
	Команда срабатывания не выполнена	■	■	■	■	■	■
	Износ контактов = 100 %	■	■	■	■	■	■
	Ошибка модуля номинального тока	■	■	■	■	■	■
	Катушка отключения (TC) отсоединена или повреждена	■	■	■	■	■	■
Команды	Датчики тока отсоединены	■	■	■	■	■	■
	Включение/отключение автоматического выключателя	■	■	■	■	■	■
	Сброс аварийных сигналов (сброс после срабатывания)	■	■	■	■	■	■

Более подробная информация об электрических параметрах, данных и аварийных сигналах содержится в документе: Руководство пользователя и оператора для интерфейса Modbus/FBP (код документа: 1SDH000510R0001).

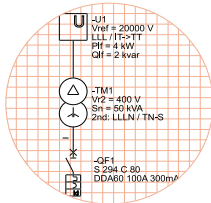
Выкачен для тестирования: положение аппарата с отключенными силовыми контактами и подключенными вспомогательными контактами.

Диспетчерское управление по промышленной сети Profibus DP и DeviceNet

Таблица А.5: Результаты измерений, команды и другие данные, передаваемые автоматическими выключателями в литом корпусе Tmax T4, T5 и T6

		PR222DS/PD + EP010	PR223EF + EP010	PR223EF + VM210 + EP010
Значения электрических параметров	Токи в фазных (I_{L1} , I_{L2} , I_{L3}) и нейтральном (I_N) рабочих проводниках, защитном проводнике (I_g)	■	■	■
	Линейные напряжения (V_{12} - V_{23} - V_{31})			■
	Фазные напряжения (V_1 - V_2 - V_3)			■
	Коэффициент амплитуды (L_1 - L_2 - L_3 -N)		■	■
	Частота			■
Информация о состоянии	Состояние аппарата (вкл./откл., сработал)	■	■	■
	Режим управления (локальное, дистанционное)	■	■	■
	Заданные параметры защиты	■	■	■
Сервисные данные	Общее количество операций	■	■	■
	Общее количество срабатываний	■	■	■
	Количество срабатываний каждой функции защиты L-S-I-G	■	■	■
	Количество срабатываний каждой функции защиты EF-SOS		■	■
	Количество проверочных срабатываний		■	■
Сообщения о срабатываниях защиты	Количество операций, выполненных вручную		■	■
	Защита L (время и параметры отключения)	■	■	■
	Защита S (время и параметры отключения)	■	■	■
	Защита G (время и параметры отключения)	■	■	■
	Защита I	■	■	■
Диагностические сообщения	Защита EF, SOS		■	■
	Отказ команды срабатывания	■	■	■
	Перегрев MOE-E	■	■	■
Команды	Катушка отключения отсоединена или повреждена		■	■
	Включение/отключение автоматического выключателя (с MOE-E)	■	■	■
	Сброс автоматического выключателя (с MOE-E)	■	■	■
	Сброс аварийных сигналов	■	■	■
События	Изменение состояния выключателя, функций защиты и аварийных сигналов	■	■	■

Более подробная информация об электрических параметрах, данных и аварийных сигналах содержится в документе: Руководство пользователя и оператора для интерфейса Modbus/FBP (код документа: 1SDH000510R0001).



Серия проектировщика

Диспетчерское управление по промышленной сети Profibus DP и DeviceNet

Таблица А.6: Результаты измерений, команды и другие данные, передаваемые автоматическими выключателями в литом корпусе Tmax XT2-XT4

		Еkip LSI + Еkip Com + EP010	Еkip LSIG + Еkip Com + EP010
Значения электрических параметров	Токи в фазных проводниках (I_{L1}, I_{L2}, I_{L3})	■	■
	Ток в нейтральном проводнике ($I_{N0}^{(1)}$)	■	■
	Ток в защитном проводнике (I_g)	■	■
Информация о состоянии	Состояние аппарата (вкл./откл.)	■	■
	Состояние аппарата (сработал)	■	■
	Состояние аппарата (сброс после срабатывания защиты)	■	■
	Режим управления (локальное, дистанционное)	■	■
	Заданные параметры защиты (кривые и уставки срабатывания)	■	■
	Тепловая память включена	■	■
Сервисные данные	Общее количество операций	■	■
	Общее количество срабатываний по защите	■	■
	Количество проверочных срабатываний	■	■
	Количество операций, выполненных вручную, с командой на отключение	■	■
	Количество невыполненных срабатываний	■	■
	Запись данных о последних 15 срабатываниях	■	■
Сообщения о срабатываниях защиты	Защита I (параметры отключения)	■	■
	Защита S (время и параметры отключения)	■	■
	Защита L (время и параметры отключения)	■	■
	Защита G (время и параметры отключения)	■	■
	Предаварийный сигнал L ⁽²⁾	■	■
Диагностические сообщения	Отказ срабатывания	■	■
	Катушка отключения отсоединена или повреждена	■	■
Команды	Автоматический выключатель включен/отключен (с моторным приводом МОЕ-Е)	■	■
	Сброс автоматического выключателя после срабатывания защиты (с моторным приводом МОЕ-Е)	■	■
	Проверка автоматического срабатывания	■	■
Динамические события	Изменение состояния выключателя, функций защиты и аварийных сигналов	■	■

1) Измерения, доступные при наличии нейтрального проводника (с четырехполюсным или трехполюсным автоматическим выключателем с трансформатором тока для внешнего нейтрального проводника);

2) Сигнализирует о том, что значение тока находится в диапазоне $90\%I_1 < I < 120\%I_1$.

Приложение В: Электрические характеристики вспомогательного источника питания

В качестве вспомогательного источника питания должен выступать внешний гальванически развязанный источник питания. Для заземления вспомогательного источника питания нужно использовать «гальванически развязанные преобразователи», соответствующие стандарту МЭК 60950 (UL 1950) или эквивалентным стандартам (МЭК 60364-41 и CEI 64-8), гарантирующие, что синфазный ток или ток утечки (см. стандарты МЭК 478/1 и CEI 22/3) не превысит 3,5 мА.

Воздушные автоматические выключатели Emax E1÷E6, Emax X1 и автоматические выключатели в литом корпусе Tmax T7-T7M

На воздушных автоматических выключателях Emax, Emax X1, а также автоматических выключателях в литом корпусе Tmax T7 вспомогательное питание подается на блок контактов, точнее на зажимы K1 для положительного полюса источника питания и K2 для отрицательного полюса источника питания. Электрические характеристики вспомогательного источника питания для каждого типа автоматического выключателя представлены в таблицах ниже:

Emax E1÷E6

Электрические характеристики	PR122/P-PR123/P	PR122/DC-PR123/DC
Номинальное напряжение	24 В пост. тока ± 20%	24 В пост. тока ± 20%
Максимальные пульсации	± 5%	± 5%
Пусковой ток при 24 В	~ 10 А для 5 мс	~ 10 А для 5 мс
Номинальный ток при 24 В	~ 170 мА ⁽¹⁾	-
Номинальная мощность при 24 В	4 Вт ⁽¹⁾	~ 4 Вт ⁽¹⁾

⁽¹⁾Значение указано для питания расцепителя PR12X/P или PR12X/DC с модулем связи PR120/D-M.

Emax X1 и Tmax T7-T7M

Электрические характеристики	PR332/P-PR333/P
Номинальное напряжение	24 В пост. тока ± 20%
Максимальные пульсации	± 5%
Пусковой ток при 24 В	~ 2 А для 5 мс
Номинальный ток при 24 В	~ 170 мА ⁽¹⁾
Номинальная мощность при 24 В	4 Вт ⁽¹⁾

⁽¹⁾Значение указано для питания PR33X/P с модулем связи PR330/D-M.

Автоматические выключатели в литом корпусе T4-T5-T6

Электрические характеристики вспомогательного источника питания приведены в следующей таблице:

Электрические характеристики	PR222DS/PD	PR223DS PR223EF
Номинальное напряжение	24 В пост. тока ± 20%	24 В пост. тока ± 20%
Максимальные пульсации	± 5%	± 5%
Пусковой ток при 24 В	~ 1 А для 30 мс	~ 4 А для 0,5 мс
Номинальный ток при 24 В	~ 100 мА	~ 80 мА
Номинальная мощность при 24 В	2,5 Вт	~ 2 Вт

На автоматические выключатели в литом корпусе Tmax T4, T5 и T6 вспомогательное питание подается на расцепители PR222DS/PD, PR223EF и PR223DS через контакты 3 and 4 разъема X3, как показано на рисунке ниже:

Рис. В.1. Схема подключения вспомогательного источника питания для расцепителя P223DS.

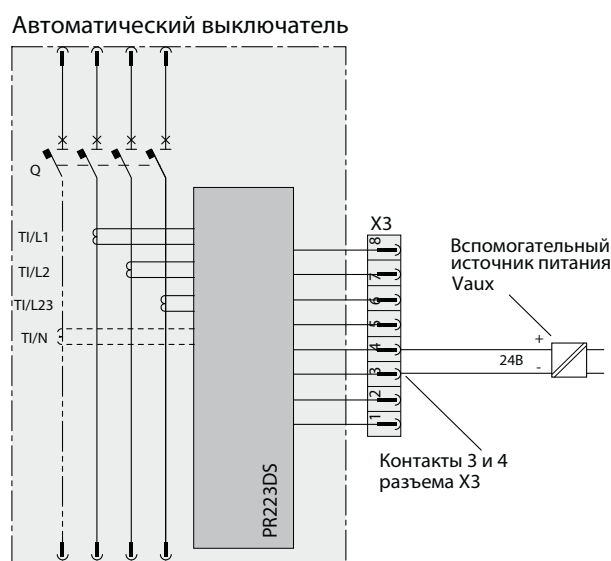
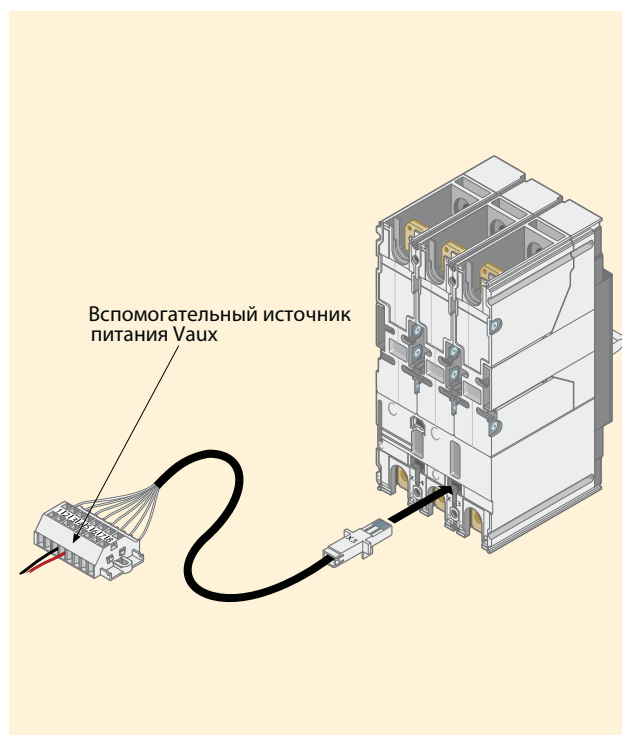
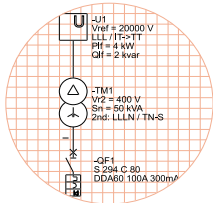


Рис. В.2. Вспомогательный источник питания для автоматических выключателей в литом корпусе T4, T5 и T6





Серия проектировщика

Автоматические выключатели в литом корпусе Tmax XT2 - XT4

Вспомогательное питание для автоматических выключателей в литом корпусе Tmax XT2 и XT4 поступает на модуль Ekip Com и электронный расцепитель по кабелям с обозначением K1 от положительного полюса источника питания и K2 от отрицательного полюса источника питания. Электрические характеристики вспомогательного источника питания приведены в следующей таблице:

Электрические характеристики	Ekip LSI/LSIG Ekip E-LSIG Ekip M-LRIU	Ekip Com
Номинальное напряжение	24 В пост. тока ± 20%	24 В пост. тока ± 20%
Максимальные пульсации	± 5%	± 10%
Пусковой ток при 24 В	500 мА для 20 мс	1 А для 0,05 мс
Номинальный ток при 24 В	20 мА	22 мА ± 20%
Номинальная мощность при 24 В	480 мВт	530 мВт

При использовании электронного расцепителя с модулем связи Ekip Com значения мощности и тока суммируются.

Приложение С: Модули связи

Воздушные автоматические выключатели Emax E1÷ E6

- модуль связи PR120/D-M



Протокол	Modbus RTU
Физический интерфейс	RS-485
Скорость передачи	9600-19200 бит/с

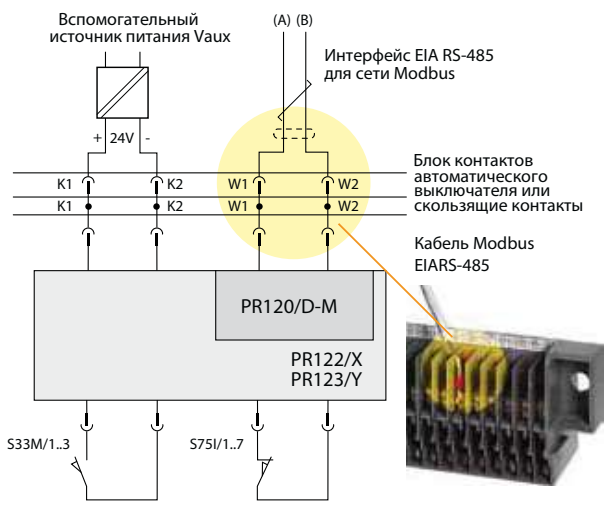
Модуль связи получает питание непосредственно от расцепителя PR122/P/DC-PR123/P/DC, который, в свою очередь, питается от вспомогательного источника Vaux. Характеристики питания указаны в следующей таблице.

	PR122/PR123	PR120/D-M
Питание (гальванически развязанное)	от вспомогательного источника питания 24 В пост. тока $\pm 20\%$	от PR122/PR123
Максимальные пульсации	5%	-
Пусковой ток при 24 В	~ 10 А для 5 мс	-
Номинальный ток при 24 В	~ 130 мА	+ 40 мА
Номинальная мощность при 24 В	~ 3 Вт	+ 1 Вт

- Подключение к сети Modbus

Расцепители PR122/P/DC-PR123/P/DC подключаются к сети Modbus через модуль связи PR120/D-M согласно приведенной ниже схеме

Рис. С.1. Схема подключения PR12X/P/DC к сети Modbus по модулю PR120/D-M



Примечание.
W1-W2: зажимы для подключения кабеля Modbus
K1-K2: зажимы для подключения вспомогательного источника питания Vaux
S33M/1..3: контакты сигнализации взвода пружин
S75I/1..7: контакты сигнализации состояния «установлен» (для автоматических выключателей в выкатном исполнении)
X: P/DC
Y: P/DC

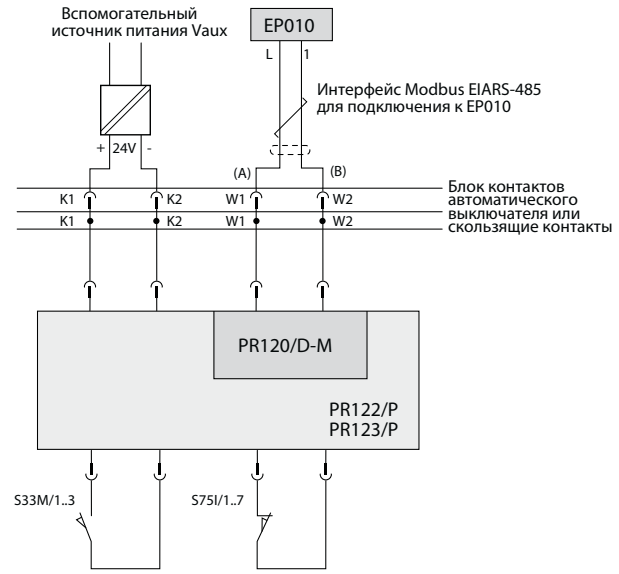
Для управления командами дистанционного отключения и включения автоматического выключателя через реле отключения YO и реле включения YC соответственно в модуле PR120/D-M предусмотрены контакты K51/YO и K51/YC. Для модуля связи PR120/D-M источник питания реле отключения YO и реле включения YC не должен отделяться от основного питания и может иметь следующие максимальные значения напряжения:

- 110-120 В пост. тока
- или
- 240-250 В перем. тока

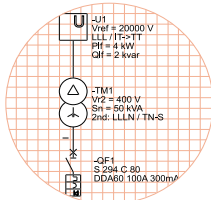
- Подключение к модулю EP010

PR122/P и PR123/P подключаются к модулю EP010 через модуль связи PR120/D-M.

Рис. С.2. Схема подключения расцепителей PR122/P-PR123/P к модулю EP010



Примечание.
W1-W2: зажимы для подключения кабеля Modbus
K1-K2: зажимы для подключения вспомогательного источника питания Vaux
L-1: зажимы порта Modbus
S33M/1..3: контакты сигнализации взвода пружин
S75I/1..7: контакты сигнализации состояния «установлен» (для автоматических выключателей в выкатном исполнении)
Максимальная длина кабеля Modbus для подключения EP010 к расцепителю должна составлять 1 м.



Серия проектировщика

Воздушные автоматические выключатели Emax X1 и выключатели в литом корпусе Tmax T7

- модуль связи PR330/D-M



Протокол	Modbus RTU
Физический интерфейс	RS-485
Скорость передачи	9600-19200 бит/с

Модуль связи получает питание непосредственно от расцепителя PR332/P или PR333/P, который, в свою очередь, питается от вспомогательного источника Vaux. Характеристики питания указаны в следующей таблице.

	PR332/PR333	PR330/D-M
Питание (гальванически развязанное)	от вспомогательного источника питания 24 В пост. тока $\pm 20\%$	от PR332/PR333
Максимальные пульсации	5%	-
Пусковой ток при 24 В	2 А для 5 мс	-
Номинальный ток при 24 В	~ 130 мА	+ 40 мА
Номинальная мощность при 24 В	~ 3 Вт	+ 1 Вт

- Исполнительный модуль PR330/R

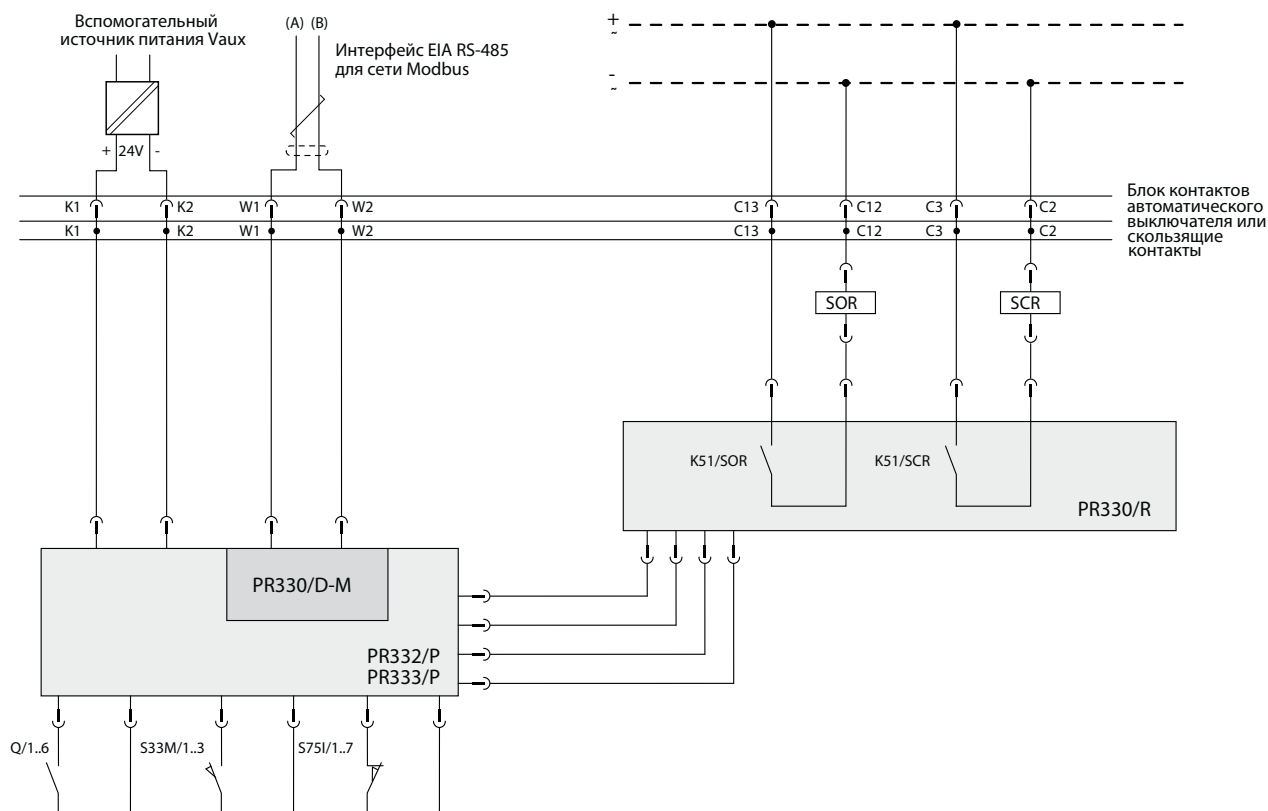
Автоматические выключатели Emax X1 и Tmax T7 могут выполнять команды дистанционного отключения и включения, если помимо модуля связи PR330/D-M, они оборудованы исполнительным модулем PR330/R. Данное устройство принимает команды от расцепителя и выдает сигналы управления аппаратом через свои релейные контакты: K51/SCR - для реле включения SCR и K51/SOR - для реле отключения SOR, см. рис. С.3.



- Подключение к сети Modbus

Расцепители PR332/P и PR333/P подключаются к сети Modbus через модуль связи PR330/D-M согласно схеме подключения на рисунке С.3.

Рис. С.3. Схема подключения PR33X/P к сети Modbus по модулю PR330/D-M



Примечание.

W1-W2: зажимы для подключения кабеля Modbus

K1-K2: зажимы для подключения вспомогательного источника питания Vaux

SOR: реле отключения

SCR: реле включения

K51/SOR: контакт управления реле отключения

K51/SCR: контакт управления реле включения

Q/1..6: дополнительные контакты автоматического выключателя

S33M/1..3: контакты сигнализации взвода пружин

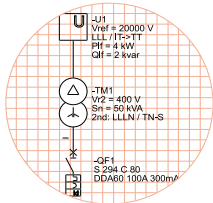
S75I/1..7: контакты сигнализации состояния «установлен» (для автоматических выключателей в выкатном исполнении)

Питание реле отключения (SOR) и реле включения (SCR) не должно отделяться от основного питания и иметь максимальное значение напряжения:

- 110-120 В пост. тока

или

- 240-250 В перем. тока

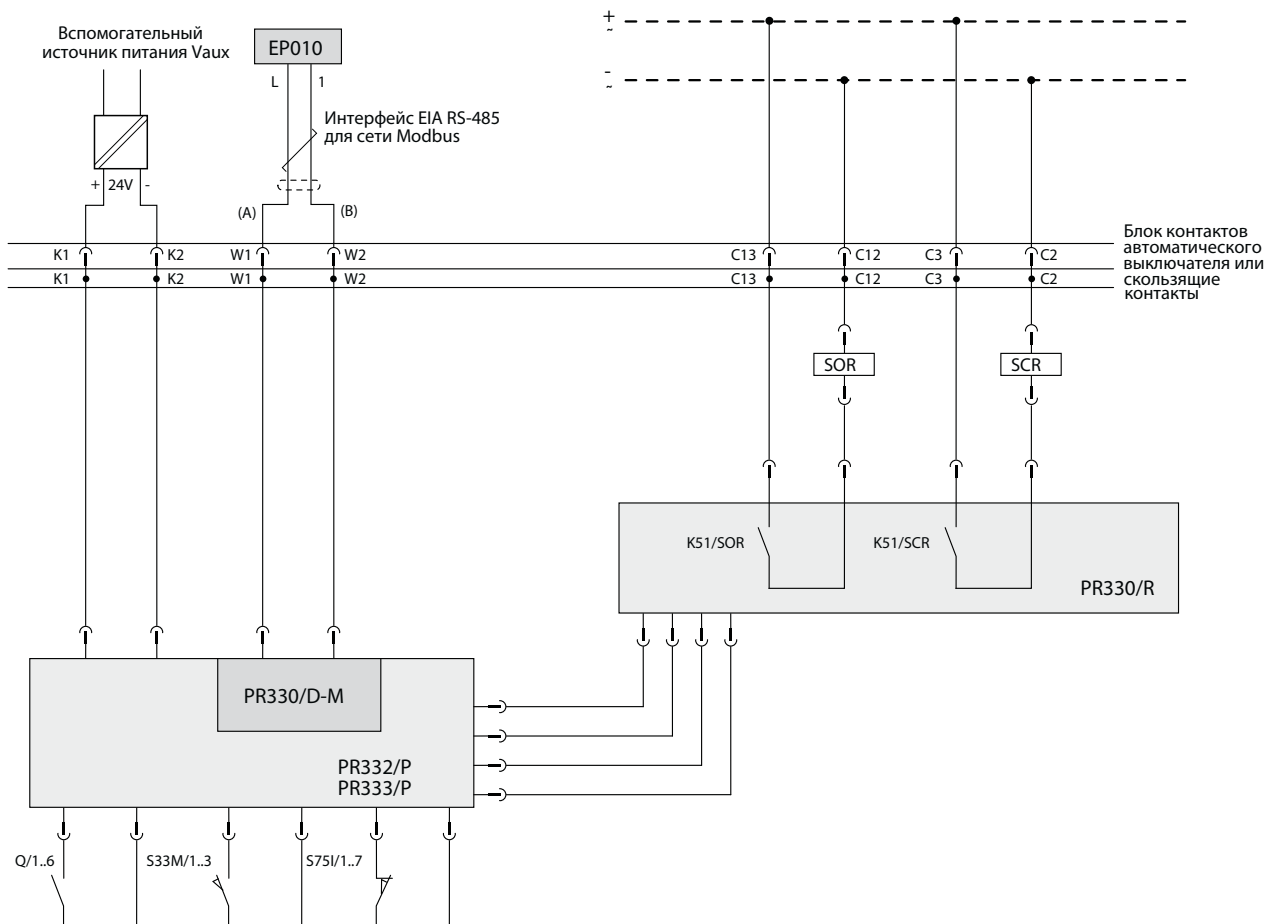


Серия проектировщика

- Подключение к модулю EP010

PR332/P и PR333/P подключаются к модулю EP010 через модуль связи PR330/D-M.

Рис. С.4. Схема подключения PR33X/P к модулю EP010



Примечание.

W1-W2: зажимы для подключения кабеля Modbus

K1-K2: зажимы для подключения вспомогательного источника питания Vaux

L-1: зажимы порта Modbus

SOR: реле отключения

SCR: реле включения

K51/SOR: контакт управления реле отключения

K51/SCR: контакт управления реле включения

Q/1..6: дополнительные контакты автоматического выключателя

S33M/1..3: контакты сигнализации взвода пружин

S75I/1..7: контакты сигнализации состояния «установлен» (для автоматических выключателей в выкатном исполнении)

Максимальная длина кабеля Modbus для подключения EP010 к распределителю должна составлять 1 м.

Питание реле отключения (SOR) и реле включения (SCR) не должно отделяться от основного питания и иметь максимальное значение напряжения:

- 110-120 В пост. тока

или

- 240-250 В перем. тока

Автоматические выключатели в литом корпусе Tmax T4-T5-T6

- Подключение к сети Modbus

Подключение автоматических выключателей в литом корпусе Tmax T4, T5 и T6 с расцепителями PR222DS/PD, PR223EF и PR223DS к сети Modbus осуществляется через контакты 1 and 2 разъема X3, как показано на схеме на рисунке С.5.

Рис. С.5. Схема подключения расцепителя PR223DS к сети Modbus через разъем X3

Автоматические выключатели

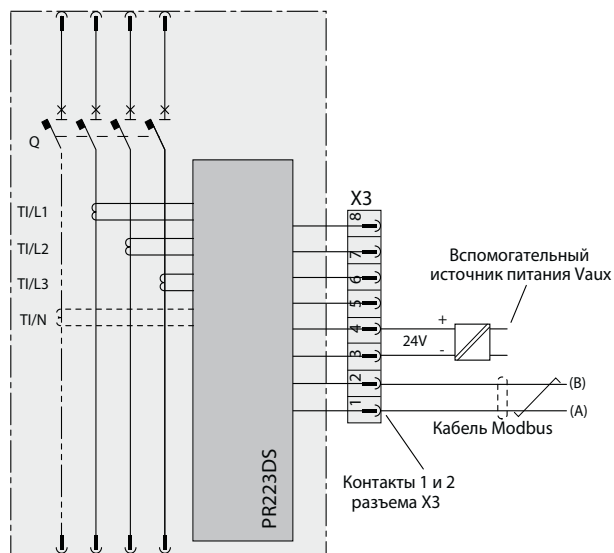


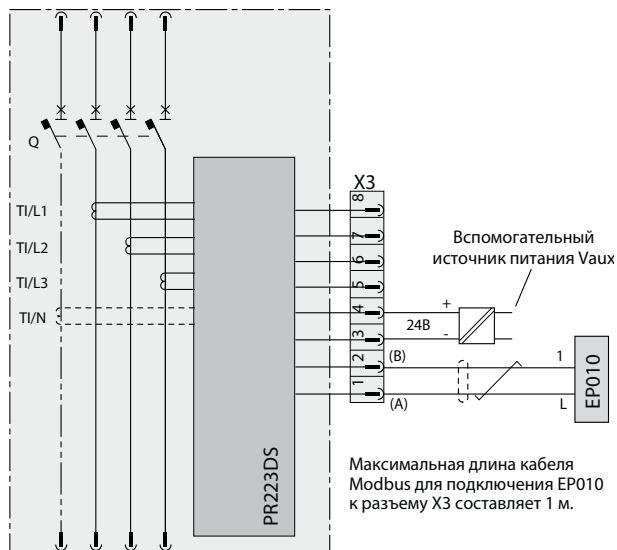
Рис. С.6. Подключение автоматических выключателей Tmax T4, T5 и T6 к сети Modbus через разъем X3

- Подключение к модулю EP010

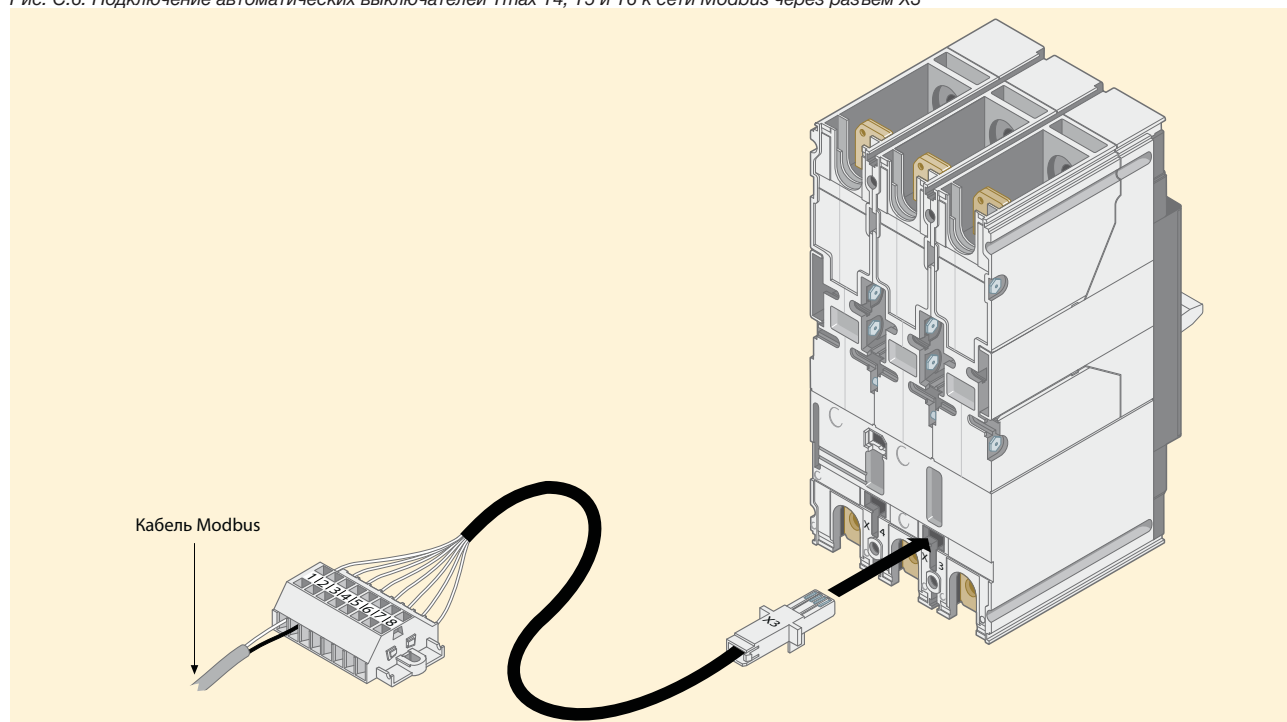
Автоматические выключатели в литом корпусе T4, T5 и T6 подключаются к модулю EP010 через контакты 1 и 2 разъема X3.

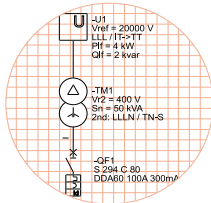
Рис. С.7. Схема подключения модуля EP010 автоматического выключателя Tmax

Автоматические выключатели



Максимальная длина кабеля Modbus для подключения EP010 к разъему X3 составляет 1 м.





Серия проектировщика

Автоматические выключатели в литом корпусе Tmax XT2 - XT4

- Модуль связи Ekip Com



Протокол	Modbus RTU
Физический интерфейс	RS-485
Скорость передачи	9600-19200 бит/с

Ekip Com представляет собой интерфейс связи и выполняет следующие функции:

- подключение электронных расцепителей Ekip с функцией обмена данными к промышленной сети Modbus RTU;
- управление посредством дистанционного моторного привода МОЕ-Е с электронным интерфейсом;
- мониторинг состояния (отключен/включен/сработал по защите) автоматического выключателя.

Ekip Com выпускается в двух исполнениях: для стандартных/втычных автоматических выключателей и для выкатных автоматических выключателей.

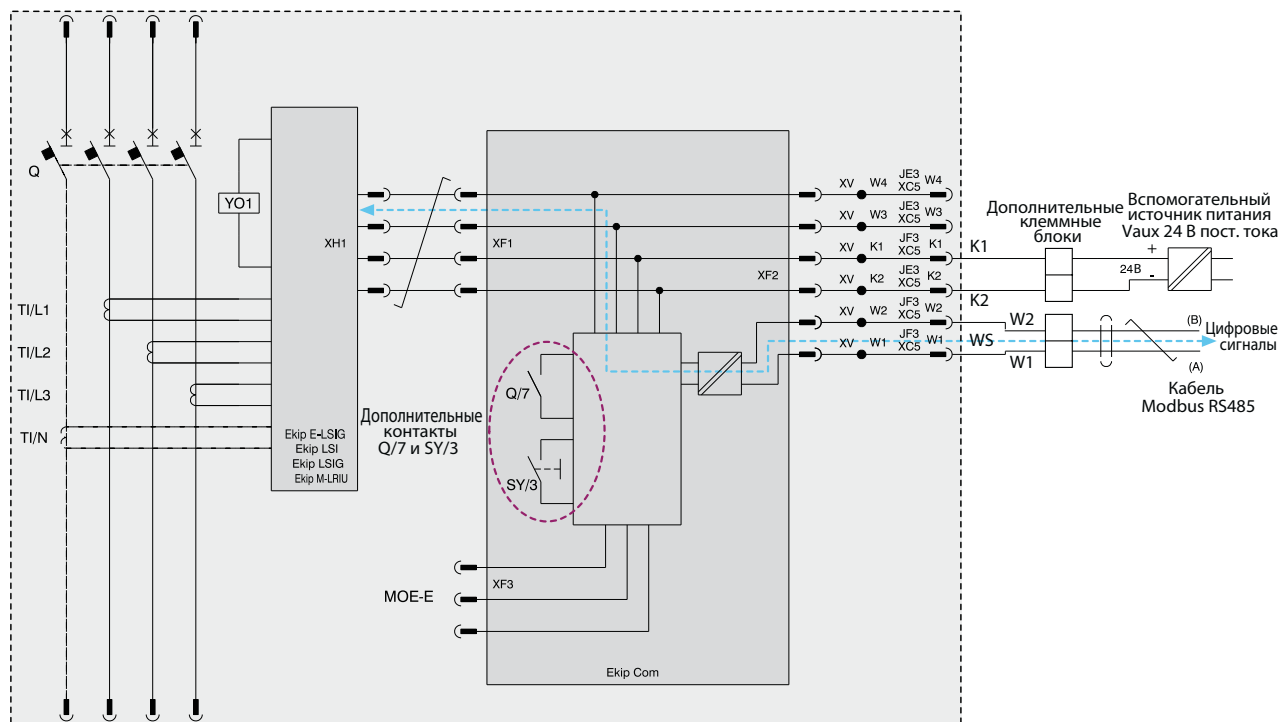
Для питания модуля связи и электронного расцепителя при обмене данными по сети Modbus необходим вспомогательный источник питания до 24 В пост. тока. Электрические параметры вспомогательного источника питания см. в приложении В.

- Подключение к сети Modbus

Для подключения расцепителей типа Ekip E-LSIG, Ekip LSI, Ekip LSIG и Ekip M-LRIU к сети Modbus используется модуль связи Ekip Com. Для электрической сигнализации положения «отключен/включен» и положения «сработал»¹ (см. рис. С.8) автоматического выключателя внутри модуля Ekip Com встроены соответствующие дополнительные контакты Q/7 и SY/3. Эти контакты отправляют информацию о состоянии автоматического выключателя на дистанционную систему диспетчеризации. Для автоматического выключателя в выкатном исполнении расцепитель подключается к сети Modbus по кабелям W1 и W2, исходящим от фиксированной части (розетки) разъема JF3, помещенного в фиксированную часть автоматического выключателя (см. рис. С.8, С.9 и С.10).

¹ SY/3: контакт для электрической сигнализации отключения автоматического выключателя по причине срабатывания магнитных/терромагнитных расцепителей, микропроцессорных расцепителей (электронного типа), реле отключения, расцепителя минимального напряжения, устройства защитного отключения.

Рис. С.8. Схема электрического подключения к сети Modbus расцепителей Ekip E-LSIG, Ekip LSI, Ekip LSIG и Ekip M-LRIU с модулем Ekip Com. Автоматический выключатель в выкатном исполнении.



Клиенту потребуется:

- подсоединить кабели (W1, W2, K1 и K2) к дополнительным клеммным блокам;
- выбрать и подсоединить дополнительные клеммные блоки, вспомогательное питание и кабель связи Modbus RS485.

Рис. С.9. Модуль Ekip Com для автоматических выключателей в литом корпусе Tmax XT2 и XT4 в выкатном исполнении

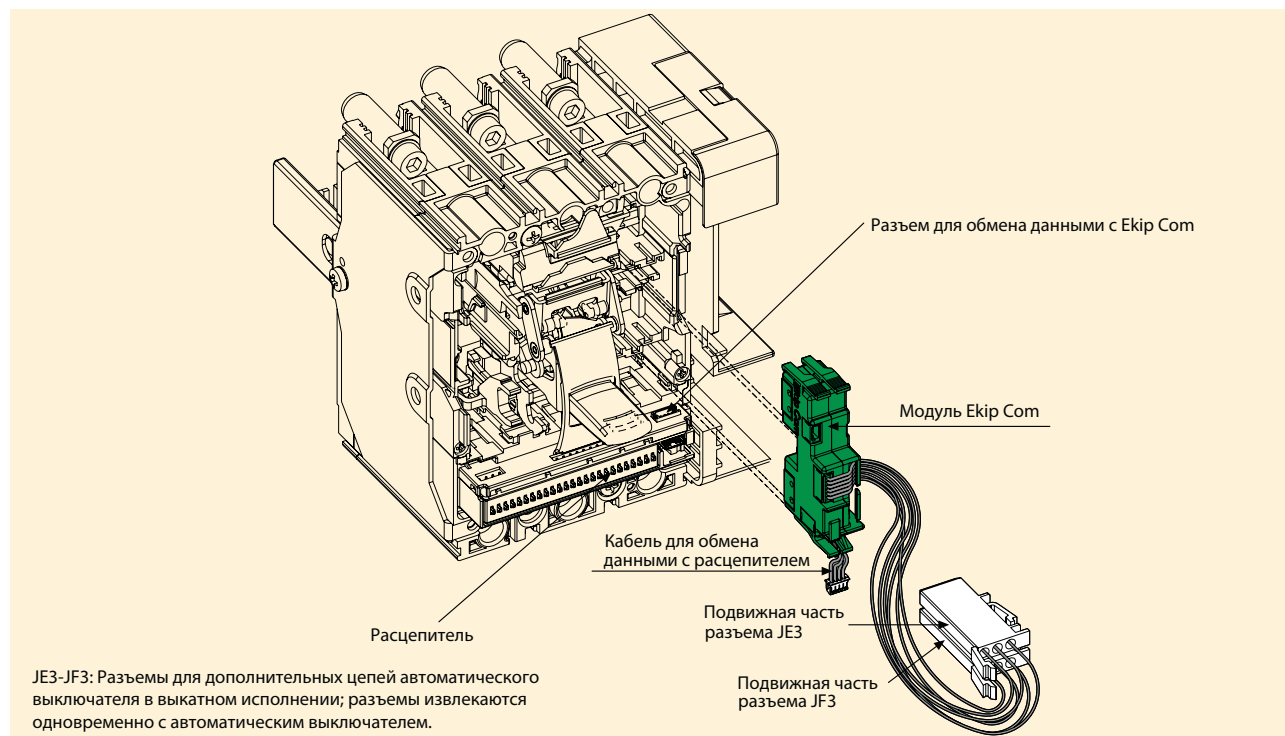
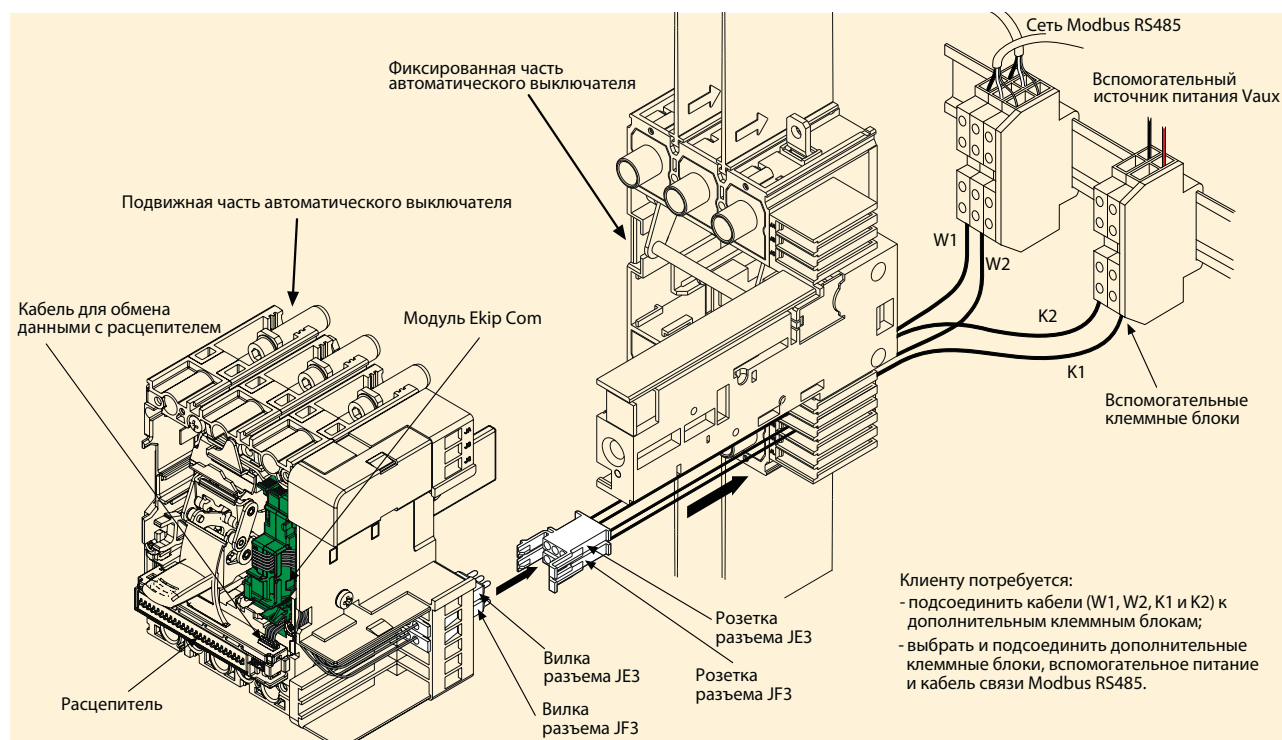
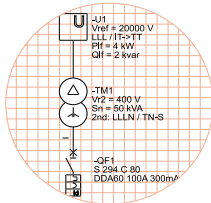


Рис. С.10. Подключение к сети Modbus автоматических выключателей Tmax XT2 и XT4 в выкатном исполнении



При введении подвижной части автоматического выключателя в стационарную часть соединение между розеткой (фиксированной частью) разъема JF3, расположенной в стационарной части автоматического вы-

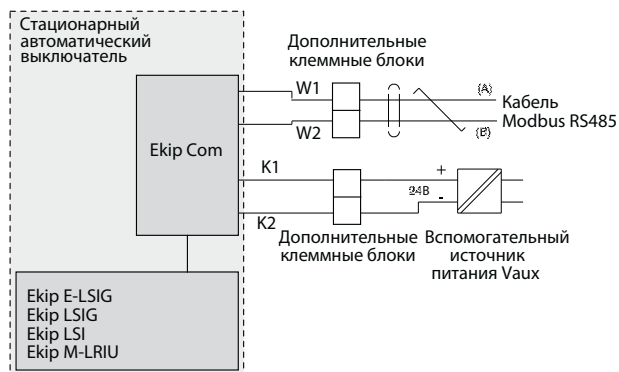
ключателя, и вилкой (подвижной частью) разъема JF3, вставленной в подвижную часть автоматического выключателя, образует целостную цепь для подключения расцепителя к сети Modbus. Соединение фиксирован-



Серия проектировщика

ной и соответствующей подвижной частей разъемов JE3 и JF3 образует также целостную цепь для подачи вспомогательного питания к модулю Ekip Com и распрепителю.

Для стационарных автоматических выключателей Tmax XT2-XT4 распрепитель подключается к сети Modbus через кабели W1 и W2 по следующей схеме:



Клиенту потребуется:

- подсоединить кабели (W1, W2, K1 и K2) к дополнительным клеммным блокам;
- выбрать и подсоединить дополнительные клеммные блоки, вспомогательное питание и кабель связи Modbus RS485.

Рис. С.11. Модуль Ekip Com для стационарных автоматических выключателей в литом корпусе Tmax XT2 и XT4

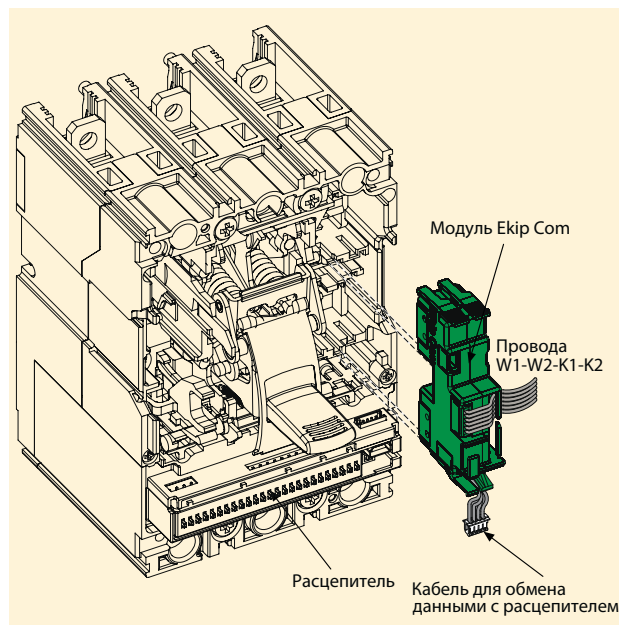
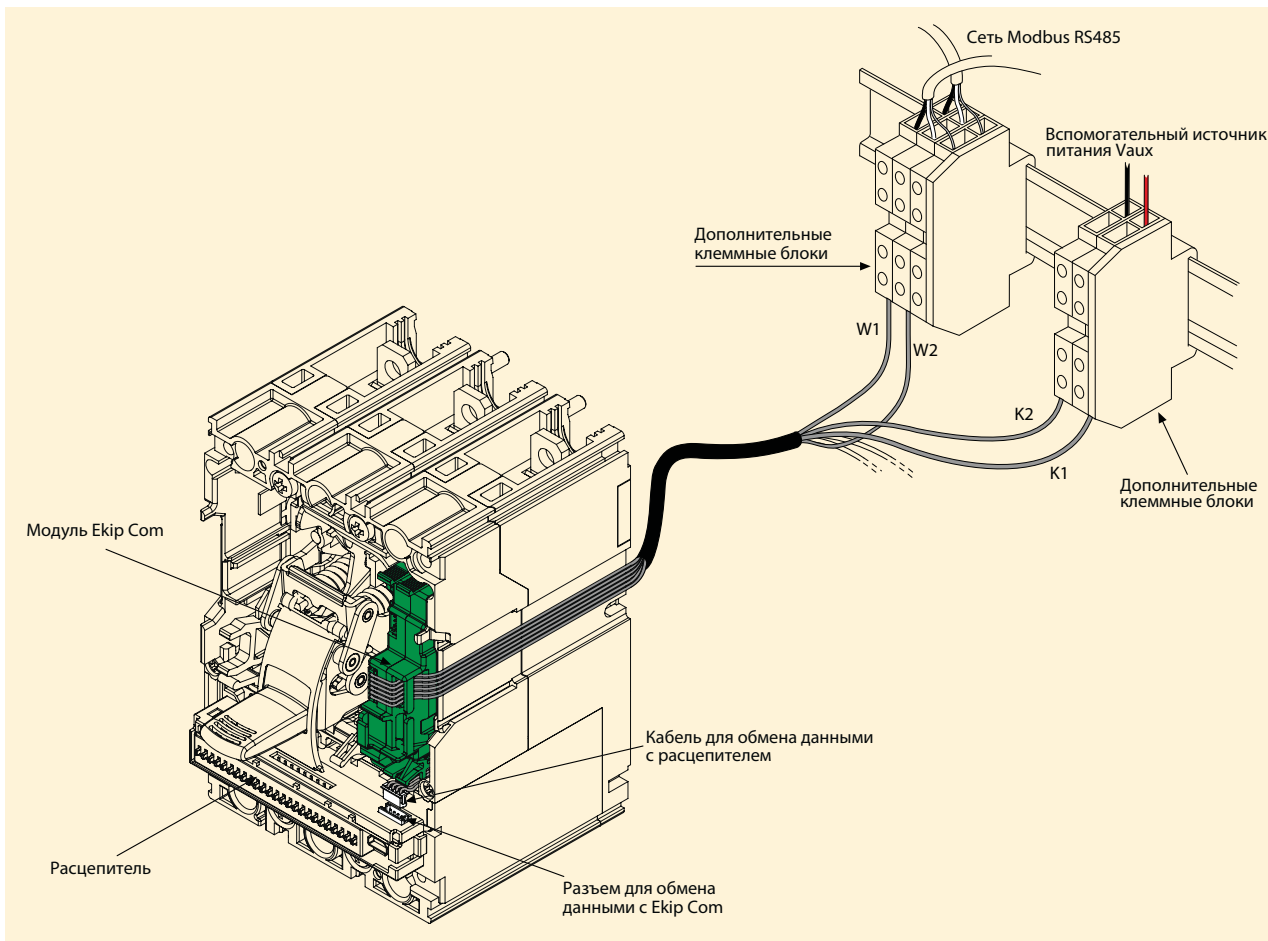
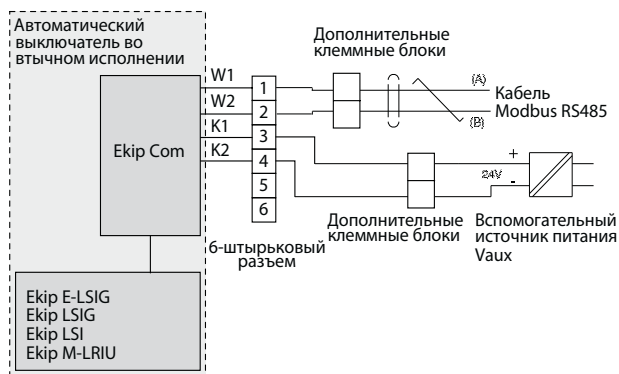


Рис. С.12. Подключение к сети Modbus стационарных автоматических выключателей Tmax XT2 и XT4



Для автоматических выключателей Tmax XT2-XT4 во втычном исполнении подключение электронных расцепителей с функциями обмена данными к сети Modbus происходит через 6-штырьковый разъем (XC5) по следующей схеме:



XC5: 6-штырьковый штепсельный адаптер на торце панели для вспомогательных цепей автоматического выключателя во втычном исполнении.

Клиенту потребуется:

- подсоединить кабели (W1, W2, K1 и K2) к разъему XC5;
- выбрать и подсоединить дополнительные клеммные блоки, вспомогательное питание и кабель связи Modbus RS485.

Соединение между розеткой (фиксированной частью) 6-штырькового разъема и соответствующей вилкой (подвижной частью) обеспечивает целостность цепи для подключения расцепителя к сети Modbus.

- Подключение к модулю EP010

Автоматические выключатели в литом корпусе Tmax XT2 и XT4 с электронными расцепителями Ekip LSI и Ekip LSIG подключаются к модулю EP010 через:

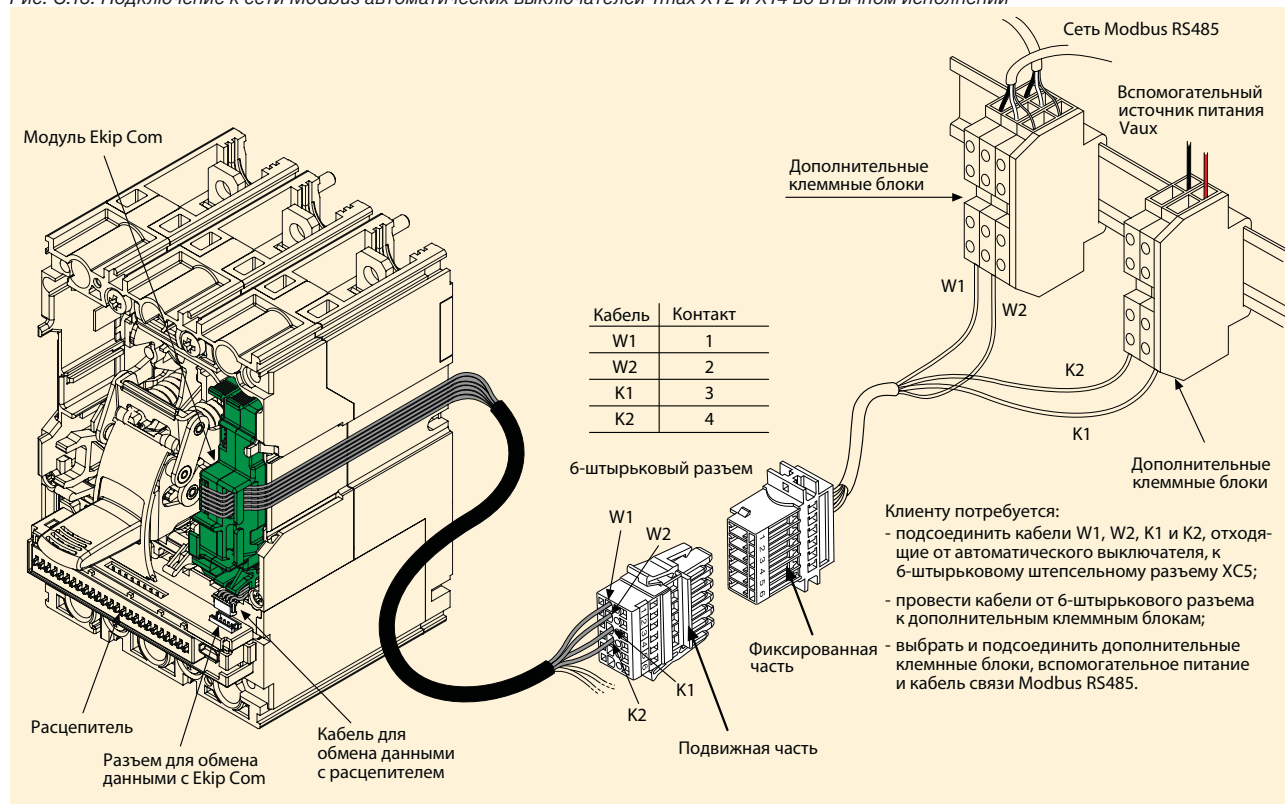
- кабели W1 и W2, исходящие из модуля Ekip Com, установленного в автоматическом выключателе (для автоматического выключателя в стационарном исполнении);
- кабели W1 и W2, исходящие из фиксированной части (розетки) разъема JF3, установленного в стационарной части автоматического выключателя (для автоматического выключателя в выкатном исполнении);
- кабели, отходящие от зажимов 1 (для W1) и 2 (для W2) фиксированной части (розетки) 6-штырькового штепсельного адаптера на торце панели для втычных автоматических выключателей.

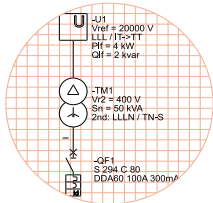
Соединение между кабелями связи/клеммами W1 и W2 электронного расцепителя Ekip и клеммами Modbus L(левый) и 1(правый) блока EP010 должно быть выполнено согласно приведенной ниже таблице:

Клеммы Modbus EP010	Кабели связи Modbus/клеммы расцепителя
L (левая)	W1/A
1 (правая)	W2/B

Клиенту потребуется подключить расцепитель к EP010 и к промышленной сети через соответствующий разъем FBP (разъем промышленной сети).

Рис. С.13. Подключение к сети Modbus автоматических выключателей Tmax XT2 и XT4 во втычном исполнении





Серия проектировщика

Приложение D: Модули измерения

Воздушные автоматические выключатели Emax E1 ÷ E6 с модулем измерений PR120/V, воздушный автоматический выключатель Emax X1 и автоматический выключатель в литом корпусе Tmax T7 с модулем измерений PR330/V

Основная функция данного модуля - измерение фазных напряжений и обработка результатов измерений. Полученные значения нескольких электрических параметров (см. приложение А) передаются в расцепитель, который передает их в систему диспетчерского контроля для управления логикой защиты электроустановки.

Кроме того, модули измерений PR120/V и PR330/V могут снабжать дополнительным питанием расцепители, не заменяя их собственное питание или вспомогательный источник питания (последний всегда необходим для обмена данными по шине): соответственно, PR122/P и PR123/P - для Emax E1-E6, PR332/P и PR333/P - для Emax X1, PR332/P - для Tmax T7.

Рис. D.1. Модуль измерений PR120/V



Рис. D.2. Модуль измерений PR330/V



Автоматические выключатели в литом корпусе Tmax T4-T5-T6

- Функции модуля измерений VM210

Модуль VM210 - это преобразователь напряжения, который можно подключать непосредственно к электросети. Он предназначен для подачи сигналов на расцепители защиты PR223EF и PR223DS.

Рис. D.3. Модуль измерений VM210



Сигналы на выходах 3, 4, 5 и 6 модуля VM210 соответствуют фазным напряжениям. Они поступают на входы 5, 6, 7 и 8 разъема X4 согласно схеме, показанной на рис. D.4.

Необходимое для работы модуля VM210 питание подается через входы 1 и 2 от вспомогательного источника, имеющего следующие характеристики:

Питание	24 В пост. тока $\pm 20\%$
Максимальные пульсации	5%
Номинальная мощность при 24 В	3,5 Вт

Рис. D.5. Подключение модуля VM210 к разъему X4

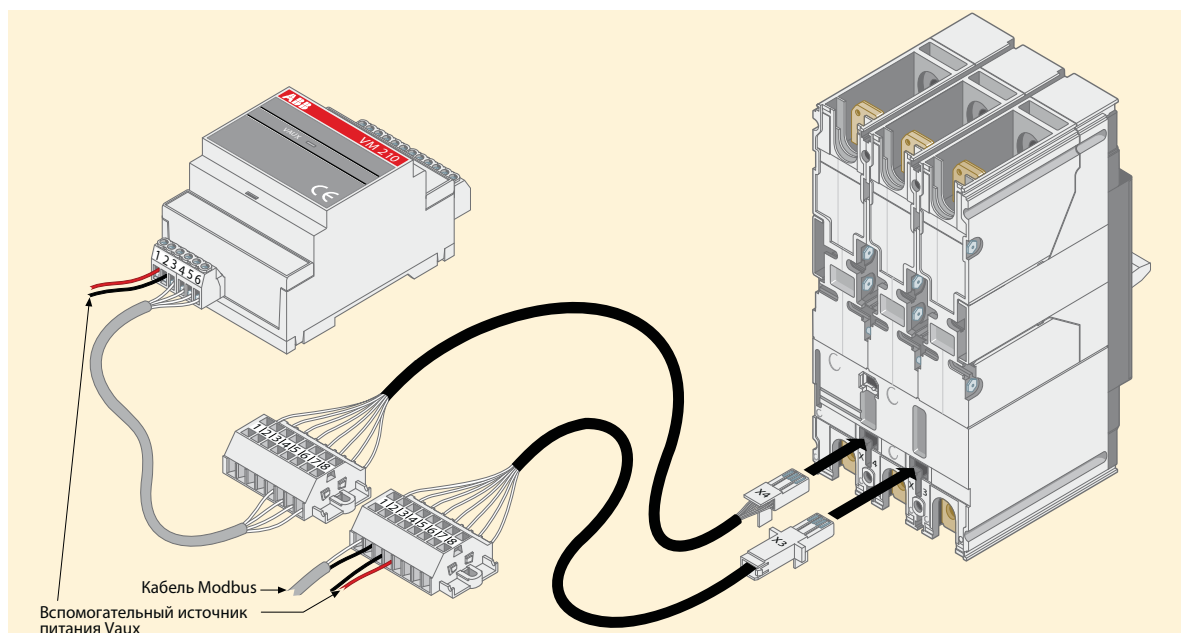
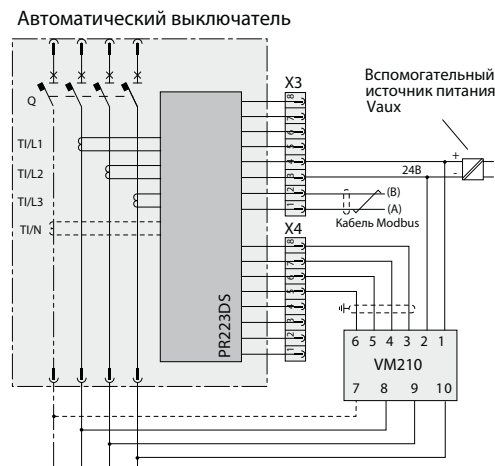


Рис. D.4. Подключение модуля VM210 к расцепителю PR223DS



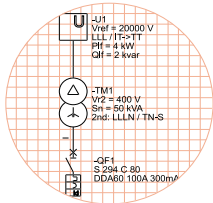
Назначение контактов VM210

Вход	Контакт	Сигнал	Выход	Контакт	Сигнал
	1	Vaux +		3	COMM
	2	Vaux -		4	Vout1
	7	N		5	Vout2
	8	L1		6	Vout3
	9	L2			
	10	L3			

Соединения между VM210 и автоматическим выключателем/расцепителем:

- контакты 3 - 6: максимальная длина кабеля 15 м (витой многожильный кабель с заземленным экраном с одной из сторон подключения); поперечное сечение $0.2 \div 2.5 \text{ мм}^2$ (22÷14 AWG);
- контакты 1-2 и 7-10: максимальная длина кабеля 15 м; площадь поперечного сечения $0.2 \div 2.5 \text{ мм}^2$ (22÷14 AWG).

К одному модулю VM210 можно подключить максимум 5 расцепителей PR223DS/PR223EF



Серия проектировщика

Приложение Е: Дополнительные контакты AUX-E и моторный привод MOE-E для Tmax T4-T5-T6

Для автоматических выключателей Tmax T4, T5 и T6 необходимы специальные аксессуары:

- дополнительные контакты AUX-E для электронного исполнения - только для системы диспетчерского управления;
- моторный привод типа MOE-E с электронным интерфейсом - для дистанционного контроля через протокол связи.

Е.1 Дополнительные контакты для электронного исполнения AUX-E

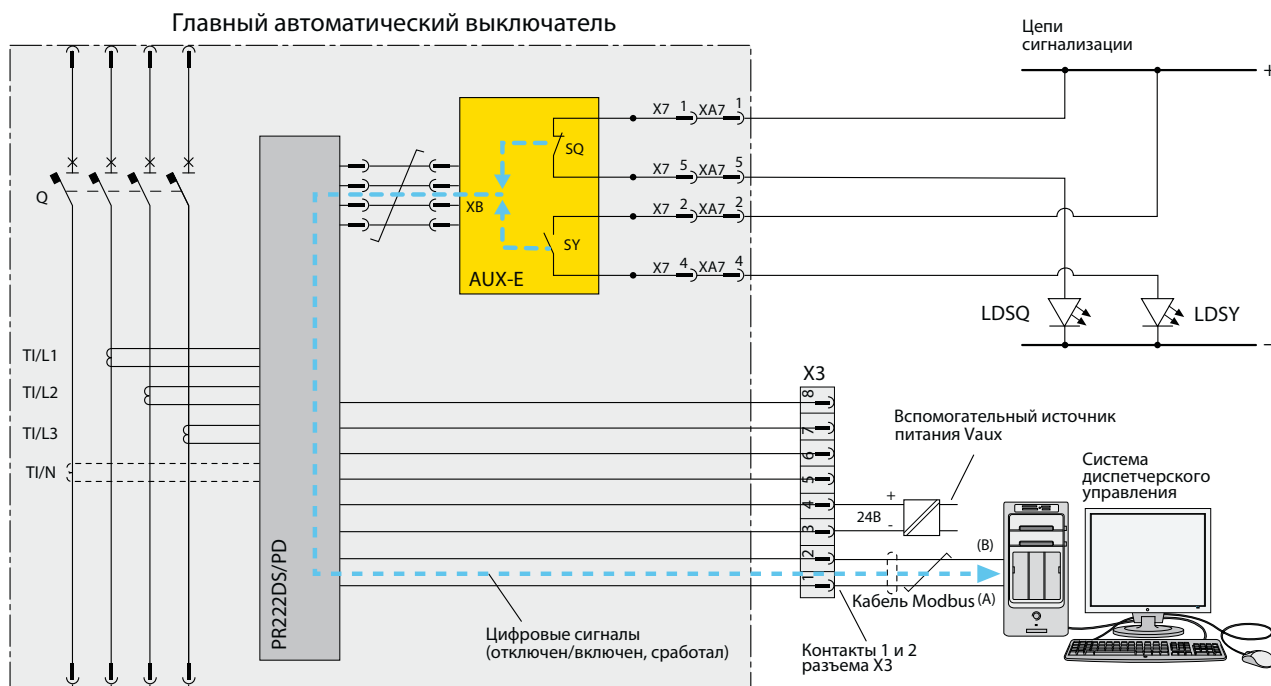
Через дополнительные контакты AUX-E микропроцессорные расцепители типа PR222DS/PD, PR223EF и PR223DS получают информацию о состоянии автоматического выключателя (отключен, включен, сработал) и передают ее через сеть Modbus в систему диспетчерского управления (см. рис. Е.2). Контакты AUX-E также передают информацию о состоянии автоматического выключателя в цепи сигнализации электроустановки через контакты SQ и SY

(см. рис. Е.2); таким образом, обеспечивается резервирование сигнализации состояния аппарата.

Рис. Е.1. Блок дополнительных контактов AUX-E, установленный на Tmax T5



Рис. Е.2. Схема соединений контактов AUX-E, подключенных к PR222DS/PD



Примечание.

SQ: Контакт сигнализации включения/отключения автоматического выключателя

SY: Контакт сигнализации срабатывания автоматического выключателя (положение «сработал»)

Электрические характеристики контактов SQ и SY:

Номинальное напряжение: 24...350 В

Номинальный ток: 0...100 мА

Максимальное напряжение: 400 В

Максимальный непрерывный ток: 120 мА

Максимальный ток (в течение 100 мсек.): 300 мА

Е.2 Моторный привод взвода пружины (MOE-E)

Автоматические выключатели в литом корпусе Tmax T4, T5 и T6 могут выполнять дистанционные команды включения и отключения, если они оборудованы моторным приводом MOE-E и дополнительными контактами для электронного исполнения AUX-E (которые по умолчанию поставляются вместе с MOE-E). Моторный привод MOE-E оборудован, помимо механизма с электродвигателем, электронным модулем управления, который преобразует цифровые сигналы от дистанционной системы диспетчерского управления в импульсы напряжения, необходимого для выполнения механиче-

ской операции размыкания и замыкания автоматического выключателя. Цифровые сигналы от диспетчерской системы принимаются электронным расцепителем и передаются на моторный привод по схеме, показанной на рис. Е.3. Дополнительные контакты AUX-E сообщают расцепителю о состоянии автоматического выключателя (отключен/включен/сработал). Исходя из этой информации, расцепитель может выдавать или не выдавать команды включения, отключения или сброса после срабатывания защиты, полученные им от системы диспетчерского управления.

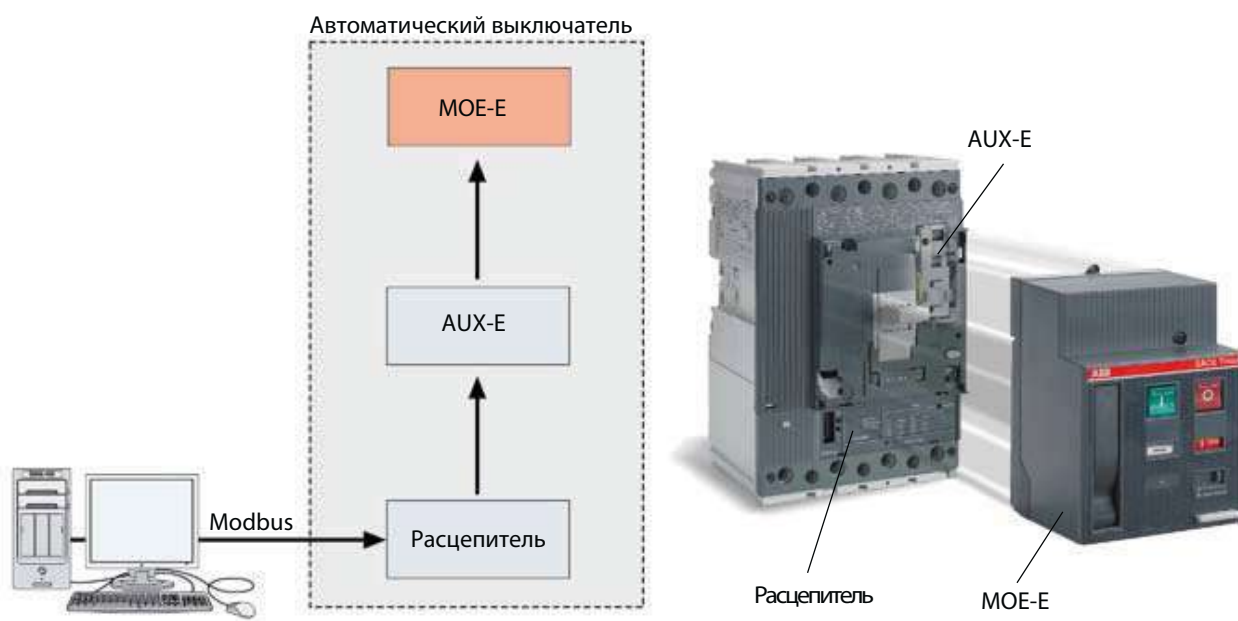
Таким образом, расцепитель выдает команды, соответствующие реальному состоянию аппарата (например, команда на включение не выдается, когда аппарат находится в положении «сработал»).

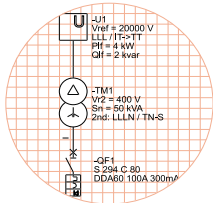
Электрические параметры MOE-E:

Номинальное напряжение Un	Tmax T4-T5		Tmax T6	
	Переменный ток	Постоянный ток	Переменный ток	Постоянный ток
-	-	24 [В]	-	-
-	-	48÷60 [В]	-	-
110÷125 [В]	110÷125 [В]	110÷125 [В]	110÷125 [В]	110÷125 [В]
220÷250 [В]	220÷250 [В]	220÷250 [В]	220÷250 [В]	220÷250 [В]
380 [В]	-	-	380 [В]	-
Рабочее напряжение	Uмин = 85%Un		Uмин = 85%Un	
	Uмакс = 110%Un		Uмакс = 110%Un	
Потребляемая мощность при переключении Ps	Переменный ток	Постоянный ток	Переменный ток	Постоянный ток
	≤ 300 [ВА]	≤ 300 [Вт]	≤ 400 [ВА]	≤ 400 [Вт]
Потребляемая мощность без переключений Pc	Переменный ток	Постоянный ток	Переменный ток	Постоянный ток
	≤ 150 [ВА]	≤ 150 [Вт]	≤ 150 [ВА]	≤ 150 [Вт]
Рабочая частота	50÷60 [Гц]		50÷60 [Гц]	
Время переключений	отключение ⁽¹⁾ : 1,5 [с]		отключение ⁽¹⁾ : 3 [с]	
	включение: < 0,1 [с]		включение: < 0,1 [с]	
	сброс: 3 [с]		сброс: 5 [с]	
Срок службы	20 000 операций		10 000 операций	
Минимальная длительность электрической команды	≥ 150 [мс]		≥ 150 [мс]	

⁽¹⁾Общее время от передачи импульса до отключения автоматического выключателя.

Рис. Е.3. Принцип работы модулей MOE-E и AUX-E





Серия проектировщика

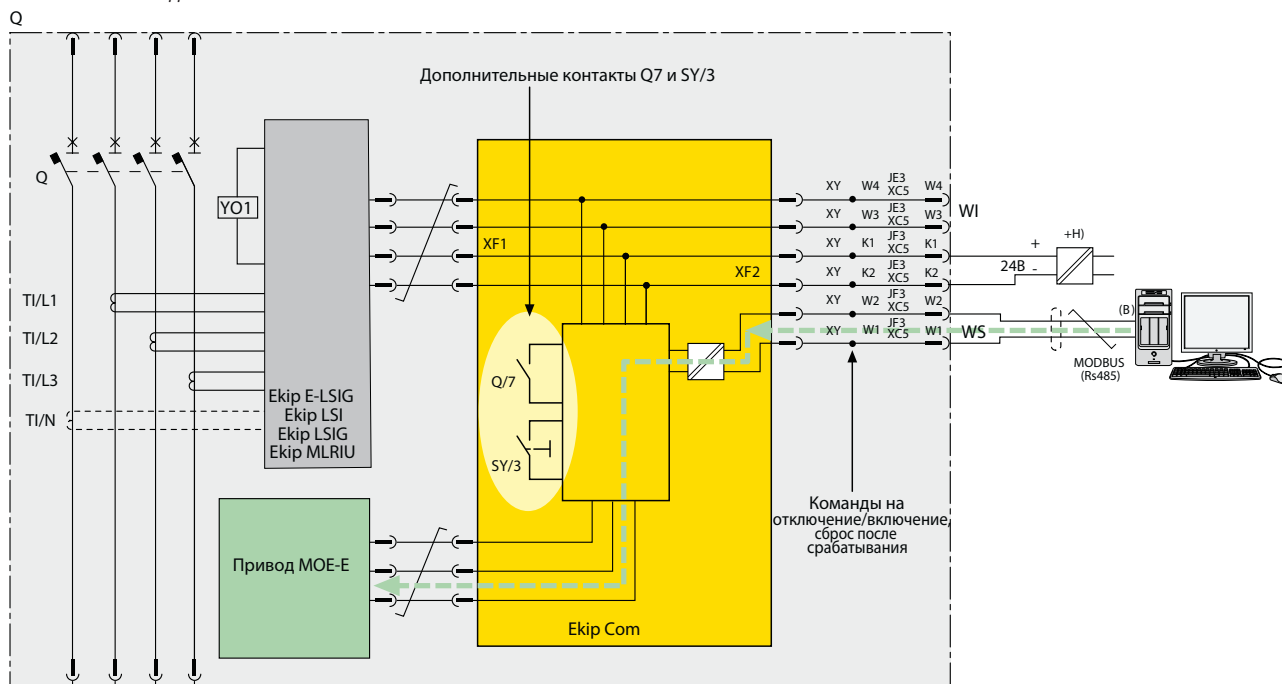
Приложение F: Моторный привод МОЕ-Е для Tmax XT2-XT4



Автоматические выключатели в литом корпусе Tmax XT2 и XT4 могут выполнять дистанционные команды системы диспетчерского управления, если они оборудованы моторным приводом МОЕ-Е.

Дистанционная система управления отправляет цифровые сигналы (команды на отключение и включение) на модуль Ekip Com, который передает их на электронный привод МОЕ-Е. Этот привод преобразует цифровые сигналы в силовые, необходимые для функционирования моторного привода для отключения и включения автоматического выключателя. Дополнительные контакты Q/7 и SY/3 сообщают модулю Ekip Com данные о состоянии выключателя (отключен/включен, сработал). Таким образом, Ekip Com допускает выполнение команд, поступающих от дистанционной системы управления, только в случае их совпадения с фактическим состоянием автоматического выключателя (например, команда на включение автоматического выключателя после срабатывания не будет выполнена).

Рис. F.1. Схема соединения с МОЕ-Е

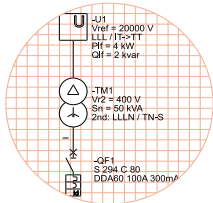


YO1: отключающий электромагнит расцепителя сверхтоков на базе микропроцессора

Электрические характеристики МОЕ-Е: (для Tmax XT2 и XT4)

Номинальное напряжение U_n	Переменный ток	Переменный ток
	-	24 [В]
	-	48÷60 [В]
	110÷125 [В]	110÷125 [В]
	220÷250 [В]	220÷250 [В]
	380÷440 [В]	-
	480÷525 [В]	
Рабочее напряжение	$U_{\min} = 85\%U_n$	
	$U_{\max} = 110\%U_n$	
Потребляемая мощность при переключении P_s	Переменный ток	Переменный ток
	≤ 300 [ВА]	≤ 300 [Вт]
Потребляемая мощность без переключений P_c	Переменный ток	Переменный ток
	≤ 150 [ВА]	≤ 150 [Вт]
Рабочая частота	50÷60 [Гц]	
Время переключений	отключение ⁽¹⁾ : 1,5 [с]	
	включение: < 0,1 [с]	
	сброс: 3 [с]	
Срок службы	25 000 операций	
Минимальная длительность электрической команды	≥ 150 [мс]	

⁽¹⁾Общее время от передачи импульса до отключения автоматического выключателя.



Серия проектировщика

Приложение G: Бит контроля четности

Бит контроля четности - это бит, добавляемый в конце кодовой комбинации каждого передаваемого символа для предотвращения ошибок при приеме. Если для контроля четности выбран режим «чет», то данный бит принимает значения:

- 1, если передаваемый символ содержит нечетное число единиц;
- 0, если передаваемый символ содержит четное число единиц.

Таким образом, в передаваемом символе всегда содержится четное число единиц.

В соответствии с этим правилом, приемник должен подсчитать количество битов, установленных в 1. Если результат будет нечетным, то он будет считать принятый символ ошибочным и запросит передатчик отправить его еще раз.

И наоборот, в режиме контроля четности «нечет», дополнительный бит устанавливается в 1 или 0 так, чтобы в передаваемом символе всегда было нечетное количество единиц.

Режим контроля четности «чет»		
Знак для передачи	Бит контроля четности	Переданный знак
00111000	1	001110001

Режим контроля четности «нечет»		
Знак для передачи	Бит контроля четности	Переданный знак
00111000	0	001110000

Чтобы два устройства могли корректно обмениваться данными, у них должен быть установлен одинаковый режим контроля четности.

Статьи о техническом применении

QT1

Селективность автоматических выключателей АББ в сетях низкого напряжения

QT7

Трехфазные асинхронные двигатели.
Общие сведения и координация аппаратов АББ

QT2

Выбор электрооборудования при проектировании трансформаторных подстанций в сетях среднего/низкого напряжения

QT8

Коррекция коэффициента мощности и фильтрация гармоник в электроустановках

QT3

Системы распределения электроэнергии, защита при косвенном прикосновении и защита от замыкания на землю

QT9

Применение автоматических выключателей АББ в цифровых системах автоматизации

QT4

Методические рекомендации по выбору и размещению автоматических выключателей в распределительных сетях 0,4 кВ и низковольтных комплектных устройствах

QT11

Методические рекомендации по выбору и размещению низковольтного оборудования в НКУ в соответствии со стандартом МЭК 61439 часть 1 и часть 2

QT5

Автоматические выключатели АББ для применений на постоянном токе

QT12

Правила и особенности применения автоматических выключателей АББ в морских и судовых электроустановках

QT6

Низковольтные комплектные устройства с защитой от электрической дуги

[illegible]

[illegible]

Наши координаты

117997, Москва,
ул. Обручева, 30/1, стр. 2
Тел.: +7 (495) 777 2220
Факс: +7 (495) 777 2221

603140, Нижний Новгород,
Мотальный пер., 8
Тел.: +7 (831) 461 9102
Факс: +7 (831) 461 9164

193029, Санкт-Петербург,
Б.Смоленский пр., 6
Тел.: +7 (812) 326 9915
Факс: +7 (812) 326 9916

630073, Новосибирск,
пр. Карла Маркса, 47/2
Тел.: +7 (383) 346 5719
Факс: +7 (383) 315 4052

400005, Волгоград,
пр. Ленина, 86
Тел.: +7 (8442) 243 700
Факс: +7 (8442) 243 700

614077, Пермь,
ул. Аркадия Гайдара, 86
Тел.: +7 (3422) 111 191
Факс: +7 (3422) 111 192

394006, Воронеж,
ул. Свободы, 73
Тел.: +7 (4732) 393 160
Факс: +7 (4732) 393 170

344065, Ростов-на-Дону,
ул. 50-летия Ростсельмаша, 1/52
Тел.: +7 (863) 203 7177
Факс: +7 (863) 203 7177

620066, Екатеринбург,
ул. Бархотская, 1
Тел.: +7 (343) 369 0069
Факс: +7 (343) 369 0000

443010, Самара,
ул. Красноармейская, 1
Тел.: +7 (846) 269 8047
Факс: +7 (846) 269 8046

664033, Иркутск,
ул. Лермонтова, 257
Тел.: +7 (3952) 56 2200
Факс: +7 (3952) 56 2202

354002, Сочи,
Курортный проспект, 73
Тел.: +7 (8622) 625 048
Факс: +7 (8622) 625 602

420061, Казань,
ул. Н. Ершова, 1а
Тел.: +7 (843) 570 6673
Факс: +7 (843) 570 66 74

450071, Уфа,
ул. Рязанская, 10
Тел.: +7 (347) 232 3484
Факс: +7 (347) 232 3484

350049, Краснодар,
ул. Красных Партизан, 218
Тел.: +7 (861) 221 1673
Факс: +7 (861) 221 1610

680030, Хабаровск,
ул. Постышева, д. 22а
Тел.: +7 (4212) 26 0374
Факс: +7 (4212) 26 0375

660135, Красноярск,
Ул. Взлетная, 5, стр. 1, оф. 4-05
Тел.: +7 (3912) 298 121
Факс: +7 (3912) 298 122

693000, Южно-Сахалинск,
ул. Курильская, 38,
Тел.: +7 (4242) 497 155
Факс: +7 (4242) 497 155

По вопросам заказа оборудования обращайтесь к нашим официальным дистрибьюторам: <http://www.abb.ru/lowvoltage>