

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **043435**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.05.24

(51) Int. Cl. **G06F 13/40** (2006.01)
G06F 15/80 (2006.01)

(21) Номер заявки
202000134

(22) Дата подачи заявки
2019.12.05

(54) **СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО КОНФИГУРИРОВАНИЯ МОДУЛЬНОГО ПЛК**

(43) **2021.06.30**

(56) US-A1-20070040717
CN-A-103676734
US-A1-20190087359

(96) **2019000129 (RU) 2019.12.05**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "НАУЧНО-
ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР
МЗТА" (RU)**

(72) Изобретатель:
Тутунджян Агаси Корюнович (RU)

(74) Представитель:
Котлов Д.В. (RU)

(57) Изобретение относится к программируемым логическим контроллерам, далее по тексту ПЛК, являющимся системой автоматизированного управления, действующей в соответствии с заданными алгоритмами. Система автоматического конфигурирования модульного ПЛК включает подключенный к общей шине данных процессорный модуль с подключенными к нему и к общей шине данных по меньшей мере одного модуля расширения, при этом общая шина данных образована совокупностью участков внутренней шины, расположенной внутри каждого модуля и коммутирующих устройств, обеспечивающих транзитную передачу сигналов между модулями, причем общая шина данных в своем составе имеет сервисную шину для адресации подключаемых устройств, шину передачи данных, линию передачи тревожных сигналов и линию передачи команды "reset", при этом сервисная шина внутри каждого модуля содержит редрайвер, выполняющий функцию прерывания передачи данных через сервисную шину по команде от микроконтроллера этого же модуля. Процессорный модуль выполнен в виде базового процессорного модуля с возможностью подключения к нему по общей шине данных процессорного субмодуля, вычислительные ресурсы которого превышают вычислительные ресурсы базового процессорного модуля, причем процессорный субмодуль подключается в режиме Master, а базовый процессорный модуль переводится в режим Slave. Изобретение позволяет увеличить вычислительные ресурсы программируемого контроллера без замены процессорного модуля и соответствующего переподключения подведенных проводов.

043435
B1

043435
B1

Область техники

Изобретение относится к программируемым логическим контроллерам, далее по тексту ПЛК, являющимся системой автоматизированного управления, действующей в соответствии с заданными алгоритмами. ПЛК применяется для управления системами инженерного оборудования - системы жизнеобеспечения зданий и сооружений (электроснабжение, водоснабжение, отопление, освещение, канализация, вентиляция и т.п.), системы безопасности (системы управления доступом, системы пожаротушения и пр.), системы транспорта (эскалаторы, лифты, трубопроводные системы и т.п.), системы сервисных устройств, а также различным промышленным оборудованием (механообрабатывающее, термическое, холодильное, химическое и т.п.).

Уровень техники

Программируемый контроллер представляет собой прибор, состоящий из электронных компонентов, активных и пассивных, устройств коммутации и др., размещенных на печатных платах, которые обеспечивают обработку поступающих электрических сигналов и выработку выходных электрических сигналов. Печатные платы контроллера с установленными на них компонентами размещаются в корпусе, который механически удерживает платы с электронными компонентами в заданном положении относительно друг друга и защищает их от внешних воздействий.

Известны моноблочные ПЛК, т.е. выполненные в виде моноблока, т.е. одного корпуса, в рамках которого исполняется весь диапазон функций ПЛК, необходимый для организации управления автоматизируемым объектом, в т.ч. для взаимодействия с оператором и/или системой управления верхнего уровня. В числе этих функций является обязательной обработка данных в соответствии с заданным алгоритмом, измерение входных сигналов (аналоговых и/или дискретных), подача управляющих команд на исполнительные устройства и/или подача питающего напряжения на исполнительные устройства, и опционально могут присутствовать дополнительные функции - ручной ввод пороговых значений контролируемых параметров, взаимодействие с системой управления верхнего уровня, выполнение функции веб-сервера, индикация заданных состояний контроллера и/или его входов/выходов, отображение данных, передача и прием данных, и другие функции. Моноблочные ПЛК могут иметь в своем составе submodule, представляющие собой печатную плату, заключенную в индивидуальный корпус или без корпуса, которая устанавливается непосредственно на моноблочный корпус и подключается к разъемам, расположенным на/в моноблоке.

Моноблочные ПЛК имеют жесткий типовой набор аналоговых и дискретных входов и выходов и применяются на таких объектах управления, для которых такого набора вполне достаточно, например, в системах вентиляции небольших зданий и сооружений. Submodule позволяют опционально изменять или расширять функциональные возможности моноблока.

Также, известны модульные ПЛК, представляющие собой набор из функциональных модулей, каждый из которых выполнен в отдельном корпусе, в составе процессорного модуля, функциональным назначением которого является выполнение алгоритмов по обработке данных, и модулей расширения, которые предназначены для трансформации входящих сигналов в данные и/или трансформации данных в управляющие сигналы для исполнительных устройств или воздействия на исполнительные устройства, например, подачу питающего тока/напряжения. Процессорный модуль может иметь расширенный функционал, например, содержать порты для подключения к Ethernet/Internet, содержать входы/выходы, выполнять функции человеко-машинного интерфейса, выполняемого, например, посредством сенсорного дисплея, или дисплея в комплексе с органами управления, например, кнопками и/или энкодером. Модули расширения, в рамках одного корпуса, могут выполнять как одну функцию, например, выдавать дискретные управляющие сигналы, так и несколько функций, например, считывать входные аналоговые/дискретные сигналы и выдавать управляющие сигналы/воздействия.

Взаимодействие процессорного модуля и модулей расширения осуществляется через, последовательную и/или параллельную, внутреннюю шину данных без необходимости сложных преобразований передаваемых сигналов, требующих процессорной обработки, например, как при передаче данных по протоколу TCP/IP в сети Ethernet/Internet.

Внутренняя шина данных программируемого контроллера может быть выполнена как на базе стандартных интерфейсов, например, RS-485, I2C, CAN, как в отдельности, так и в сочетании, так и на базе оригинальных решений по организации шины данных.

Внутренняя шина данных имеет локализацию - физические ограничения расстояния, на которое возможна передача данных - от одного до нескольких метров, в зависимости от исполнения.

В случае необходимости управления модулями расширения за пределы локализации внутренней шины данных, передача команд управления и обмен данными внутри контроллера между процессором и функциональным модулем осуществляется через специальные интерфейсы (проводные, типа RS-485, беспроводные) или шлюзы для передачи данных через внешние сети (проводные: Ethernet, CAN и др.; беспроводные: Bluetooth, Wi-Fi, GPRS и др.), которые располагаются, соответственно, в процессорном модуле и в модулях расширения.

В рамках одного модульного ПЛК для передачи данных между процессорным модулем и модулями расширения может использоваться один и более типов шин передачи данных, отличающихся количест-

вом пинов и/или протоколами передачи данных.

Функциональность процессорного модуля или модуля расширения модульного ПЛК может увеличиваться, также как и моноблочного ПЛК, посредством установки на/в него субмодулей.

Модульный ПЛК применяется для автоматизации объектов, где требуемое количество входов/выходов лежит в диапазоне от нескольких десятков до нескольких тысяч. Модульный ПЛК является гибким прибором, позволяющим формировать конфигурацию входов /выходов и каналов передачи данных, соответствующую объекту автоматизации, посредством интеграции процессорного модуля и необходимого количества модулей расширения, обеспечивающих требуемое количество различных входов/выходов (дискретных, аналоговых, силовых и т.п.), с приемлемой избыточностью (до 10-ти входов - выходов на общую конфигурацию).

Для обмена данными между модулями в модульном ПЛК применяются шины данных, выполненные в виде единого устройства или наборного устройства. Шина данных в виде единого устройства содержащего множество проводников для передачи электрических сигналов и устройства подключения внешней к модулям ПЛК, может представлять собой например, многожильный кабель с разъемами для подключения модулей или, например, печатную плату, в виде полосы, с расположенными на ней разъемами для подключения модулей, электрически соединенные печатными проводниками, или например, печатную плату, в виде полосы, с расположенными открытыми печатными проводниками, к которым прижимаются электрические контакты модулей.

Имеются решения, объединяющие шину данных с процессорным блоком, когда процессорный блок реализован в виде платы, на которой присутствует шина данных выполненная печатным способом, которая разведена к стандартным посадочным местам, представляющим собой конфигурацию штырей, в т.ч. выполняющих роль контактов, установленных на плату, на которые устанавливаются функциональные субмодули - исполнительные дискретные/аналоговые входы/выходы, питание, порты связи (интерфейсы).

ПЛК имеет внутреннюю шину данных, по которой обеспечивается обмен данными между процессором и функциональными модулями, и передача команд управления от процессора к функциональным модулям.

Взаимодействие с внешними устройствами ПЛК осуществляет через специальные устройства - аппаратные интерфейсы. Аппаратный интерфейс преобразует формат внутренней шины данных в формат внешней системы. Аппаратные интерфейсы могут располагаться как в составе процессорного модуля, так и могут быть в составе модуля расширения, или могут быть выделены в отдельный модуль расширения, а также могут быть выполнены в виде субмодуля, устанавливаемого на процессорный модуль или модуль расширения.

Архитектура управления внутри модульного ПЛК выполняется на базе обмена данными по внутренней шине данных, по которой передаются управляющие команды от процессора, реализующего алгоритмы управления, к функциональным блокам и данные от функциональных блоков к процессору или от процессора к функциональным блокам. Под функциональными блоками здесь и далее по тексту понимаются законченные схемотехнические решения, реализующие определенную функцию в составе функционального модуля (процессорного модуля или модуля расширения):

- формирование выходного сигнала (дискретного или аналогового);
- детекция или измерение входного сигнала;
- обмен данными с внешними устройствами:
- через внешние сети (Ethernet, CAN и др.);
- через порты: USB, картридеры SD-карт и др.,
- взаимодействие с человеком:
- прием управляющих воздействий от оператора (кнопки, энкодер, переключки и т.п.);
- валидация оператора (посредством пароля, электронного ключа, считывания биометрических показателей);
- подача сигналов для человека (звуковых и/или световых сигналов, графических изображений/текста);
- интерактивный ввод/вывод сигналов (сенсорный дисплей).

Имеются специализированные модули - панели оператора, в которых реализованы комплексы функциональных блоков для взаимодействия с человеком на основе графического дисплея, в т.ч. интерактивного. Панели оператора могут подключаться к процессорному модулю по стандартному интерфейсу, например, Ethernet, RS-232, RS-485, по проприетарному интерфейсу, или по внутренней шине данных, используемой в ПЛК.

Панели оператора могут выполняться в виде устройств, предназначенных для размещения отдельно от места размещения ПЛК (на DIN-рейке шкафа автоматизации), например, для размещения на дверце шкафа автоматизации или на стене. Имеются панели оператора, которые выполнены в виде субмодуля, который может устанавливаться непосредственно на процессорный модуль или в иное место, например, на дверцу шкафа автоматизации, при котором подключение осуществляется через шлейф.

Имеются ПЛК, у которых процессорный модуль совмещен с панелью оператора, такое решение на-

зывается панельный контроллер. Панельный контроллер, как и панель оператора, может размещаться на дверце шкафа автоматики или на стене, а также на устанавливаемом на DIN-рейку адаптере, представляющем собой модуль расширения с разъемом и посадочным местом для установки панельного контроллера. Связь с модулями расширения может осуществляться через стандартный интерфейс (например, RS-485), или через проводной шлейф (кабель), соединяющий в единое целое разнесенных в пространстве внутренних шин данных панельного контроллера и адаптера с подключенными к нему модулями расширения.

В уровне техники, имеется возможность функционирования процессорных модулей в режимах Master (управляющий) и Slave (управляемый). В режиме Master процессорный модуль осуществляет исполнение загружаемого в него алгоритма, в ходе которого он опрашивает через внутреннюю шину данных модули расширения, подает им управляющие команды и обрабатывает полученные данные, при наличии соответствующих функциональных модулей связи, он может подключаться к верхнему уровню управления (к SCADA системе). В режиме Slave процессорный модуль выполняет функцию модуля расширения, у которого для процессорного модуля Master становятся напрямую доступными для управления функциональные блоки, которые имеются в наличии на процессорном модуле Slave. Вычислительные ресурсы процессорного модуля в режиме Slave могут быть задействованы для исполнения загружаемых в них алгоритмов, а могут быть отключены. Если вычислительные ресурсы задействованы, то исполняемые алгоритмы могут напрямую обращаться к функциональным блокам, располагающимся в корпусе процессорного модуля Slave и через процессорный модуль Master к функциональным блокам, располагающимся во вне корпуса процессорного модуля Slave. Недостатком указанных решений является то, что при автоматизации управления системой объектов, имеющей в будущем потенциал развития, приходится или изначально закладывать очень высокую избыточность вычислительных ресурсов процессорного модуля или, по мере развития системы, заменять процессорный модуль на более производительный, или менять систему в целом, если в установленной на объекте линейке оборудования отсутствуют процессорные модули с необходимой производительностью. Всё это ведет к повышенным затратам на решение по автоматизации объекта.

Наиболее близким аналогом заявленного изобретения, взятого за прототип, является расширяемый контроллер (см. [1] EP0862755, МПК G05B19/042, опубл. 09.09.1998) содержащий подключенный к общей шине данных процессорный модуль с возможностью подключения к нему и к общей шине данных по меньшей мере одного модуля расширения. Недостатком прототипа является отсутствие возможности увеличения процессорной мощности.

Сущность изобретения

Технической задачей, стоящей перед изобретением, является обеспечить возможность наращивания вычислительных ресурсов программируемого контроллера без замены процессорного модуля.

Техническим результатом заявленного изобретения является увеличение вычислительных ресурсов программируемого контроллера без замены процессорного модуля и соответствующего переподключения подведенных проводов.

Задача решается, а технический результат достигается за счет системы автоматического конфигурирования модульного ПЛК, включающей подключенный к общей шине данных процессорный модуль с подключенными к нему и к общей шине данных по меньшей мере одного модуля расширения, при этом общая шина данных образована совокупностью участков внутренней шины, расположенной внутри каждого модуля, и коммутирующих устройств, обеспечивающих транзитную передачу сигналов между модулями, при этом общая шина данных в своем составе имеет сервисную шину для адресации подключаемых устройств, шину передачи данных, линию передачи тревожных сигналов и линию передачи команды "reset", при этом сервисная шина внутри каждого модуля содержит редрайвер, выполняющий функцию прерывания передачи данных через сервисную шину по команде от микроконтроллера этого же модуля.

Также технический результат достигается за счет того, что процессорный модуль выполнен в виде базового процессорного модуля с возможностью подключения к нему по общей шине данных процессорного субмодуля, вычислительные ресурсы которого превышают вычислительные ресурсы базового процессорного модуля, причем процессорный субмодуль подключается в режиме Master, а базовый процессорный модуль переводится в режим Slave.

Краткое описание чертежей

Фиг. 1 - Основные компоненты программируемого контроллера.

Фиг. 2 - Процессорный модуль ПЛК.

Фиг. 3 - Структурная схема ПЛК.

Фиг. 4 - Внутренняя шина данных в конфигурации контроллера без процессорного субмодуля и поддерживаемый ею функционал.

Фиг. 5 - Внутренняя шина данных в конфигурации контроллера с процессорным субмодулем и поддерживаемый ею функционал.

Фиг. 6 - Поток задач, обрабатываемых встроенным ПО базового процессорного модуля.

Фиг. 7 - Поток задач, обрабатываемый встроенным ПО процессорного субмодуля.

Фиг. 8 - Поток задач, обрабатываемый встроенным ПО модуля расширения.

На фигурах обозначены следующие позиции:

Поз.1 - Процессорный модуль контроллера; Поз.2 - Модуль расширения; Поз.3 - Базовый процессорный модуль; Поз.4 - Процессорный submodule; Поз.5 - Коммутирующий разъем процессорного модуля; Поз.6 - Процессорный модуль (Структурная схема); Поз.7 - Процессорный submodule (Структурная схема); Поз.8 - Базовый процессорный модуль (Структурная схема); Поз.9 - Коммутирующее устройство (Структурная схема); Поз.10 - Модуль расширения (Структурная схема); Поз.11 - Функциональный блок; Поз.12 - Сервисная шина для адресации модулей; Поз.13 - Редрайвер; Поз.14 - Микроконтроллер; Поз.15 - Шина для передачи данных; Поз.16 - Линия для передачи тревожных сигналов; Поз.17 - Линия для команды Reset для Slave-устройств; Поз.18 - Шина для управления внешними сетевыми устройствами по последовательному интерфейсу; Поз.19 - Внешние сетевые устройства; Поз.20 - Задачи, выключаемые из потока обработки микроконтроллера при переходе из режима "Master" в режим "Slave"; Поз.21 - Задачи, включаемые в поток обработки микроконтроллера при переходе из режима "Master" в режим "Slave".

Осуществление изобретения

Описание устройства в статике.

ПЛК (см. фиг. 1) состоит из процессорного модуля (1) и подключаемых к нему, по мере необходимости конкретной задачи, модулей расширения (2). Электрическое подключение процессорного модуля и модулей расширения для передачи данных, управляющих команд и питающего напряжения, осуществляется гибкими шлейфами, последовательно соединяющими модули контроллера. Электрическое питание ПЛК осуществляется от вторичного источника питания, размещаемого в одном из модулей расширения, который подключается к внешнему источнику напряжения.

Процессорный модуль ПЛК (см. фиг. 2) может состоять или только из базового процессорного модуля (3), или из сборки базового процессорного модуля (3) и процессорного submodule (4). Электрическое подключение процессорного submodule и базового процессорного модуля осуществляется через коммутирующее устройство, обеспечивающее передачу данных, управляющих команд и питающего напряжения, выполненное или только в виде коммутирующего разъема процессорного модуля (5), или в виде комбинации (5) и гибкого шлейфа, длиной до 1 м, установленного между ответными частями (5), которые размещены на базовом процессорном модуле (3) и процессорном submodule (4).

На структурной схеме ПЛК (см. фиг. 3) отображены структурные схемы процессорного модуля (6), его составных частей - базового процессорного модуля (8) и процессорного submodule (7), а также и модулей расширения (10). Все указанные модули контроллера содержат функциональные блоки (11) - микроконтроллеры, аналоговые входы-выходы, выполненные на базе аналого-цифровых и цифро-аналоговых преобразователей, силовые ключи (твердотельные, реле), дискретные входы-выходы, модули радиосвязи и т.д.

Конфигурация функциональных блоков модулей может быть различной (более 10 тыс. конфигураций), т.к. для каждого конкретного объекта управления выбирается из числа производимых оптимальная конфигурация, в зависимости от его особенностей.

Все функциональные блоки модулей, установленные в процессорном модуле и в модулях расширения, имеют уникальную адресацию внутри контроллера, задаваемую алгоритмом управления автоматизированным объектом, что позволяет микроконтроллеру базового процессорного блока или микропроцессору процессорного submodule обращаться к ним по внутренней шине данных, передавать им управляющие команды и получать от них данные.

При конфигурации процессорного модуля (1) в виде только базового процессорного модуля (3), размещение управляющего алгоритма осуществляется в базовом процессорном модуле.

При недостаточном, для осуществления управления автоматизируемым объектом, количестве входов-выходов, предустановленных на базовом процессорном модуле, к нему подключаются модули расширения. В такой конфигурации базовый процессорный модуль имеет статус "Master" (ведущий, управляющий), т.е. на нем обрабатывается алгоритм управления автоматизированным объектом (далее по тексту "управляющий алгоритм"). Модули расширения имеют статус Slave (ведомый, управляемый).

При недостаточной, для осуществления управления автоматизируемым объектом, вычислительной мощности базового процессорного модуля, на него устанавливается процессорный submodule. В данной конфигурации процессорный submodule имеет статус "Master" (ведущий, управляющий), т.е. на нем обрабатывается алгоритм управления автоматизированным объектом, базовый процессорный модуль и модули расширения имеют статус "Slave" (ведомый, управляемый).

Вся передача данных, сигналов, управляющих команд, а также питающего напряжения внутри контроллера осуществляется через внутреннюю шину. Конфигурация внутренней шины процессорного модуля, состоящего только из базового процессорного модуля, и поддерживаемые ею функции (фиг. 4) отличается от конфигурации внутренней шины процессорного модуля, с установленным submodule (см. фиг. 5). В сервисной шине I2C (12) для передачи данных используется соответствующий ей протокол передачи данных. В шине для передачи данных (15) для передачи данных используется протокол Modbus.

Физически, внутренняя шина данных образуется совокупностью участков внутренней шины, рас-

положенных внутри модулей и обеспечивающих транзитную передачу сигнала внутри модуля и подключение модуля к этим сигнальным линиям, и коммутирующих устройств (разъемов, шлейфов), обладающих необходимым количеством проводников/пинов. Сервисная шина (12) внутри Slave-устройства имеет активный элемент - редрайвер (13), который имеет прямой подключение к микроконтроллеру (14) для передачи управляющего сигнала на редрайвер со стороны микроконтроллера. (14). В зависимости от управляющего сигнала, подаваемого от микроконтроллера (14) на редрайвер (13), редрайвер или проводит подаваемый на него по шине сигнал дальше, в сторону от Master-устройства к другим Slave-устройствам, подключенным к сервисной шине, или блокирует этот сигнал.

Базовый процессорный модуль содержит клеммы для подключения к сети внешних устройств, подключенных по последовательному интерфейсу CAN или RS485, а также проводники, обеспечивающие транзитную передачу сигнала от разъема подключения к процессорному submodule к указанным клеммам.

Последовательность физического расположения Slave-устройств после Master-устройства в ПЛК четко задано задается конфигурацией ПЛК, определяемой из конкретной задачи автоматизации объекта.

Master-устройство может взаимодействовать с Slave-устройствами по двум шинам: по сервисной шине (12) и по шине данных (15), соответственно, каждое Slave-устройство имеет два адреса: в адрес сервисной шины и уникальный адрес в шине данных по протоколу Modbus. Адрес Slave-устройство, как в сервисной шине, так и в шине данных, может быть или по умолчанию (изначальный, одинаковый для всех устройств, до назначения ему адреса) или уникальный (назначенный Master-устройством).

Во все модули контроллера встроено внутреннее ПО, для обработки потоков задач (см. Фиг. 6, фиг. 7, фиг. 8) модулей контроллера. Потоки обрабатываемых задач базового процессорного модуля в состояниях "Master" и "Slave" отличаются:

задачи, выключаемые из потока обработки при изменении статуса "Master" в статус "Slave", отображены на Поз.20;

задачи, включаемые в поток обработки при изменении статуса "Master" в статус "Slave", отображены на Поз.21.

Внутри микроконтроллеров базового процессорного блока и модулей расширения могут храниться загружаемые при старте или при настройке ПЛК критические пороговые значения, при достижении которых микроконтроллер должен выдать тревожный сигнал. Перечень критических контролируемых параметров автоматизированного объекта является ограниченным, выбирается из числа тех показателей, достижение которых способно в короткий срок привести автоматизированный объект к аварии (нарушить его работоспособность и привести к вредным/опасным последствиям). Для критических контролируемых параметров алгоритмом назначаются приоритеты, в соответствии со степенью их важности для функционирования автоматизированного объекта и безопасности его эксплуатации.

В составе базового процессорного модуля имеется также коммуникационный submodule, в котором установлен Ethernet-порт для подключения базового процессорного модуля в локальную сеть или в глобальную сеть Интернет.

Описание устройства в действии.

Для обеспечения работоспособности ПЛК, при его пуско-наладке, в него осуществляется загрузка управляющего алгоритма при помощи подключаемого к нему внешнего компьютера, на котором установлено специальное загрузочное ПО. Загрузка загрузочного управляющего алгоритма в процессорный модуль при наличии процессорного submodule осуществляется через Ethernet- или USB-порты процессорного submodule.

В отсутствие процессорного submodule, загрузка алгоритма в базовый процессорный модуль осуществляется через специальный загрузочный кабель, подключаемый к внешнему компьютеру и к коммутирующему разъему процессорного модуля (5) через шину для передачи данных (15). Также, загрузка алгоритма в базовый процессорный модуль может осуществляться через submodule Ethernet-порта, установленный на базовый процессорный модуль.

В процессе загрузки управляющего алгоритма задается модуль, который будет выполнять роль Master-устройства: базовый процессорный модуль или процессорный submodule. Выбранному устройству присваивается статус "Master-устройства", который сохраняется после перехода в рабочий режим.

При включении ПЛК Master-устройство, на котором осуществляется исполнение алгоритма, отправляет в сервисную шину (12) широковещательное сообщение (безадресное, обязательное для всех устройств) о сбросе конфигурации, в результате чего всем Slave-устройствам возвращается адрес по умолчанию (этот сигнал сброса является элементом процедуры автоконфигурирования, которая запускается автоматически при включении контроллера, однако, именно этот сигнал о сбросе конфигурации имеет смысл, когда система уже сконфигурирована, все редрайверы находятся в состоянии проводимости, но требуется повторное её конфигурирование, а в случае сразу после включения все редрайверы (13) находятся в закрытом состоянии, и устройства имеют адресацию по умолчанию). После команды о сбросе конфигурации Master-устройство обращается по сервисной шине к первому подключенному по шине Slave-устройству, (например, №1) используя адрес по умолчанию (передача сигнала по сервисной шине к остальным Slave-устройствам (например, №№ 2, 3 и т.д.) невозможна, т.к. редрайвер заблокирован. По-

сле адреса активируемого Slave-устройства передается команда на назначение Slave-устройству адреса (Modbus-адреса) в системе шины данных, далее происходит обращение к функциональным блокам Slave-устройства (11), в соответствии с разработанной конфигурацией ПЛК, подтверждение их наличия и назначение адресов соответствующим им входам-выходам, следующим шагом назначенные Modbus-адреса Slave-устройства и его входов-выходов присваиваются Slave-устройству и его входам-выходам (переключаются, записываются, т.е. переходят из состояния "как должно быть" в состояние "как есть"). Последним действием автоконфигурирования конкретного Slave-устройства является назначение и присвоение ему уникального адреса в системе сервисной шины, после чего на редрайвер Slave-устройства подается команда по переводу его из закрытого состояния в открытое для прохождения команд по сервисной шине к другим Slave-устройствам. После конфигурирования Slave-устройства, расположенного первым после Master-устройства, аналогичным образом происходит конфигурирование второго Slave-устройства и т.д., передает в шину данных общий к Slave-устройствам, идентифицирует их, в т.ч. имеющиеся в устройстве и присваивает им уникальные адреса на время рабочей сессии (до следующей перезагрузки системы).

Реализация главной функции ПЛК по осуществлению автоматизированного управления объектом осуществляется посредством периодической оценки контролируемых параметров управляемого объекта (получение обратной связи от автоматизированного объекта), в соответствии с управляющим алгоритмом, и выработки управляющих сигналов для исполнительных устройств, которые должны привести управляемый объект в заданное состояние и/или объект должен выполнить заданное действие (анализ ситуации и осуществление управляющего воздействия на автоматизированный объект).

Оценку контролируемых параметров управляемого объекта Master-устройство осуществляет в три этапа: первый этап отправка запроса на считывание данных, получение данных и обработка полученных данных.

Оценка состояния автоматизированного объекта осуществляется посредством отправления запросов на предоставление данных, последующего получения данных о состоянии контролируемых входов объекта путем детерминации сигналов, поступающих на аналоговые и/или дискретные входы контроллера (базового процессорного блока или модулей расширения, см. фиг. 3), и/или через последовательный интерфейс CAN / RS485 (см. Поз.18) и их анализа, в соответствии с алгоритмом.

Отправка запроса на сбор данных осуществляется через шину данных (15) и/или через шину управления внешними сетевыми устройствами (18). По шине данных (15) Master-устройство обращается к Slave-устройствам по адресам, назначенным через сервисную шину при старте системы.

Slave-устройство, после получения запроса на предоставление данных, производит считывание данных о состоянии интересующего входа и передает их Master-устройству по той же шине передачи данных (15).

Также, отправка запроса на сбор данных осуществляется, в соответствии с используемым протоколом, через шину управления внешними сетевыми устройствами (18). По ней же, в соответствии с тем же протоколом, данные принимаются. Опрос состояния контролируемых параметров внешних сетевых устройств (19) осуществляется по протоколу передачи данных, заданному управляющим алгоритмом и функционирующему на базе интерфейса CAN / RS485: CAN, Modbus, ProfiBus DP, LanDrive и др.

Полученные данные Master-устройство обрабатывает в соответствии с алгоритмом и, в зависимости от ситуации, вырабатывает управляющие команды для выполнения корректирующих действий автоматизированного объекта и/или сохраняет результаты обработки, и/или передает полученные данные на верхний уровень, и/или отображает полученные данные посредством имеющегося в конфигурации человеко-машинного интерфейса (световых индикаторов, дисплея, звукового сигнала).

Формирование корректирующих действий автоматизированного объекта осуществляется посредством подачи команд Slave-устройствам и их функциональным блокам на выработку выходных сигналов (дискретных, аналоговых или включение силовых токов/напряжений) для подключенных к ПЛК исполнительных устройств автоматизированного объекта управления. Команды Slave-устройствам подаются через шину передачи данных (15).

Также, формирование корректирующих действий автоматизированного объекта осуществляется посредством подачи Master-устройством команд внешним сетевым устройствам (19) через шину управления внешними сетевыми устройствами (18).

Взаимодействие оператора при настройке изменяемых контролируемых показателей, а также по визуальному считыванию информации, осуществляется посредством воздействия на органы управления (кнопки управления, энкодер) и получение обратной связи через графический дисплей. Критическая информация о состоянии контроллера и автоматизированного объекта также выводится на световые индикаторы.

В случае, когда значение, по крайней мере одного, критического показателя, контролируемого базовым процессорным модулем и/или модулем расширения, достигнет порогового значения, соответствующий модуль вырабатывает тревожный сигнал и передает его Master-устройству по специальной линии для передачи тревожных сигналов (16). Master-устройство получив тревожный сигнал, в соответствии с приоритетом, заданным алгоритмом, опрашивает Slave-устройства, точно диагностирует ситуацию

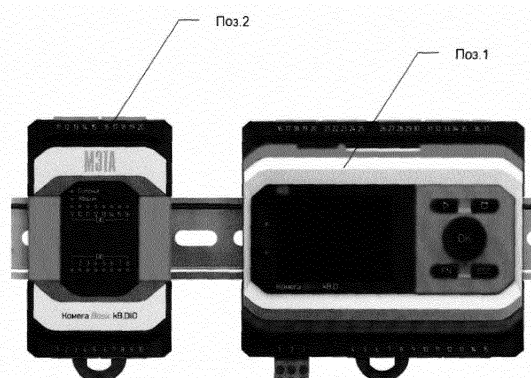
и выполняет действия, заданные алгоритмом (передает сигнал в SCADA-систему, останавливает оборудование и т.д.).

При возникновении сбоя в отдельном Slave-устройстве, когда устройство перестает откликаться на запросы Master-устройства, Master-устройство передает, через шину передачи данных, для подключенных Slave-устройств команду на игнорирование последующей передачи сигнала сброса устройства по выделенной сигнальной линии (17). Получив команду-предупреждение Slave-устройства, в соответствии со своим внутренним алгоритмом, игнорируют последующую команду сброса устройства, получаемую по выделенной сигнальной линии (17). Slave-устройство, которое находилось в состоянии сбоя и не было способно принять команду об игнорировании команды сброса, перезапускается. После перезапуска сбойного устройства Slave-устройство возвращается в работоспособное состояние и через сервисную шину (12) производится повторное присвоение ему адреса (без широковещательной команды сброса конфигурации).

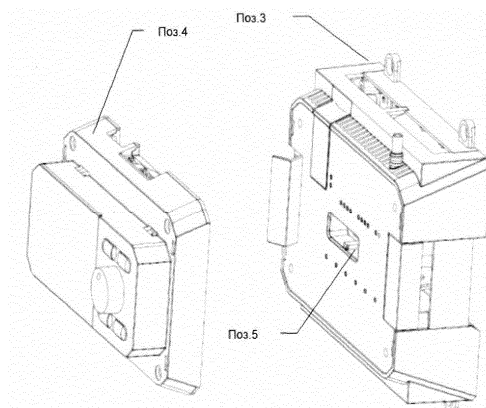
ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система автоматического конфигурирования модульного ПЛК, включающая подключенный к общей шине данных процессорный модуль с подключенным к нему и к общей шине данных по меньшей мере одним модулем расширения, при этом общая шина данных образована совокупностью участков внутренней шины, расположенной внутри каждого модуля, и коммутирующих устройств, обеспечивающих транзитную передачу сигналов между модулями, отличающаяся тем, что общая шина данных в своем составе имеет сервисную шину для адресации подключаемых устройств, шину передачи данных, линию передачи тревожных сигналов и линию передачи команды "reset", при этом сервисная шина внутри каждого модуля содержит редрайвер, выполняющий функцию прерывания передачи данных через сервисную шину по команде от микроконтроллера этого же модуля.

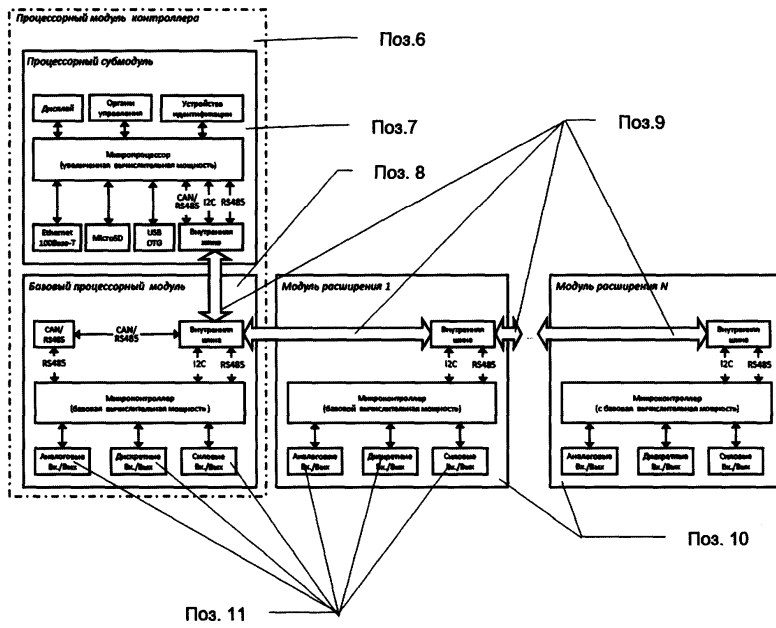
2. Система по п.1, отличающаяся тем, что процессорный модуль выполнен в виде базового процессорного модуля с возможностью подключения к нему по общей шине данных процессорного субмодуля, вычислительные ресурсы которого превышают вычислительные ресурсы базового процессорного модуля, причем процессорный субмодуль подключается в режиме Master, а базовый процессорный модуль переводится в режим Slave.



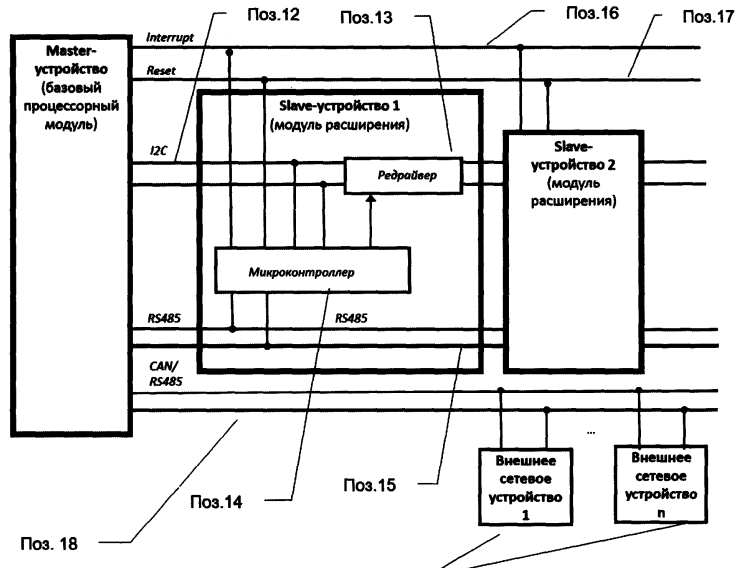
Фиг. 1



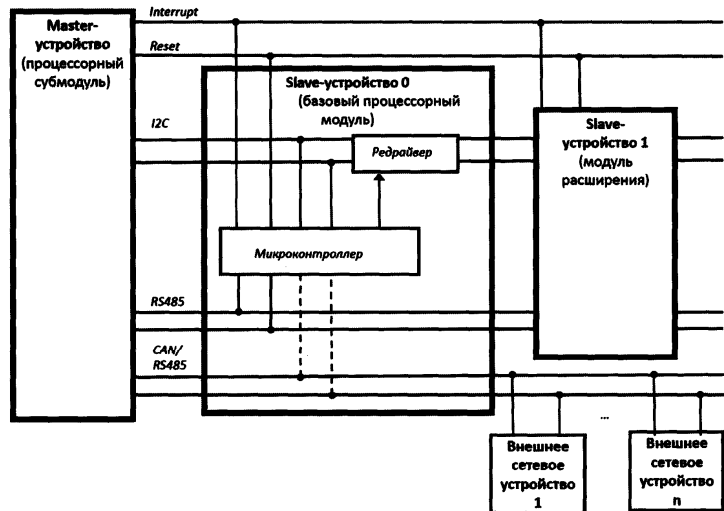
Фиг. 2



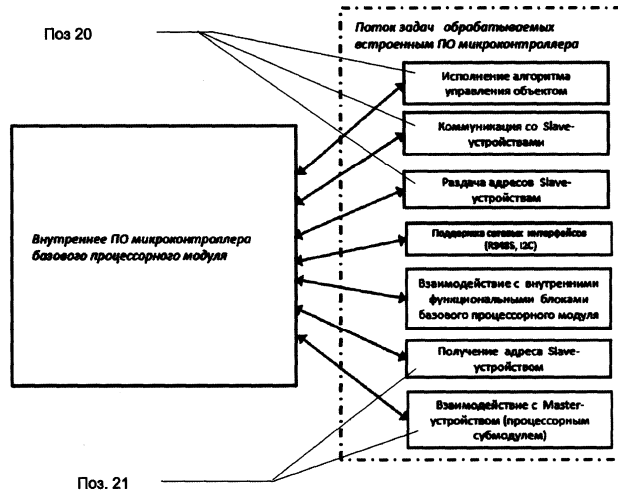
Фиг. 3



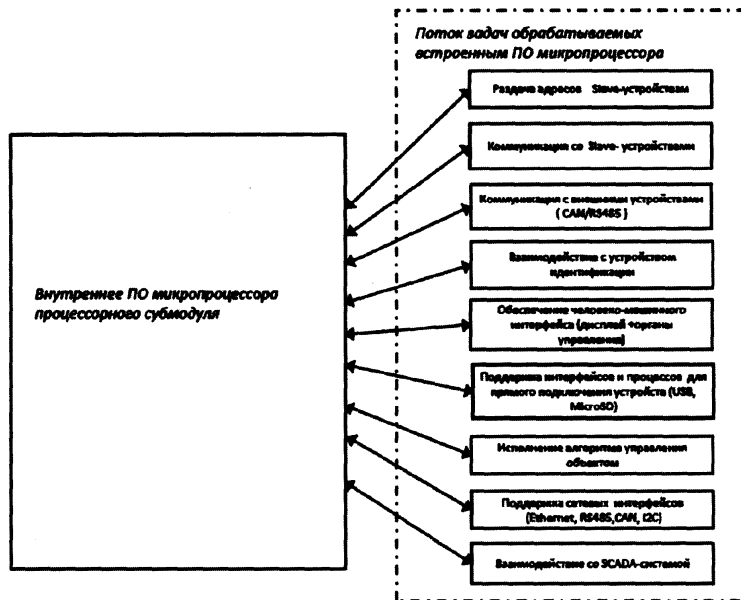
Фиг. 4



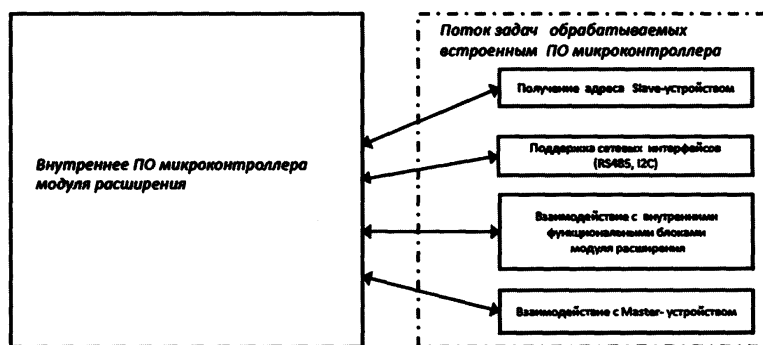
Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8

