



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
*F04B 47/00* (2019.08); *G06F 9/00* (2019.08)

(21)(22) Заявка: 2019123047, 17.07.2019

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
17.07.2019

Дата регистрации:  
09.10.2019

Приоритет(ы):  
(22) Дата подачи заявки: 17.07.2019

(45) Опубликовано: 09.10.2019 Бюл. № 28

Адрес для переписки:  
634050, г. Томск, пр. Ленина, 40, Патентно-информационный отдел ТУСУРа, Карнышев В.И.

(72) Автор(ы):  
Сухоруков Максим Петрович (RU),  
Торгаева Дарья Сергеевна (RU),  
Шаляпина Наталия Андреевна (RU)

(73) Патентообладатель(и):  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники" (ТУСУР) (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 149610 U1, 10.01.2015. RU 2642400 C1, 24.01.2018. RU 59861 U1, 27.12.2006. RU 2101757 C1, 10.01.1998. US 6201996 B1, 13.03.2001.

(54) КОНТРОЛЛЕР ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ШТАНГОВЫМ ГЛУБИНЫМ НАСОСОМ

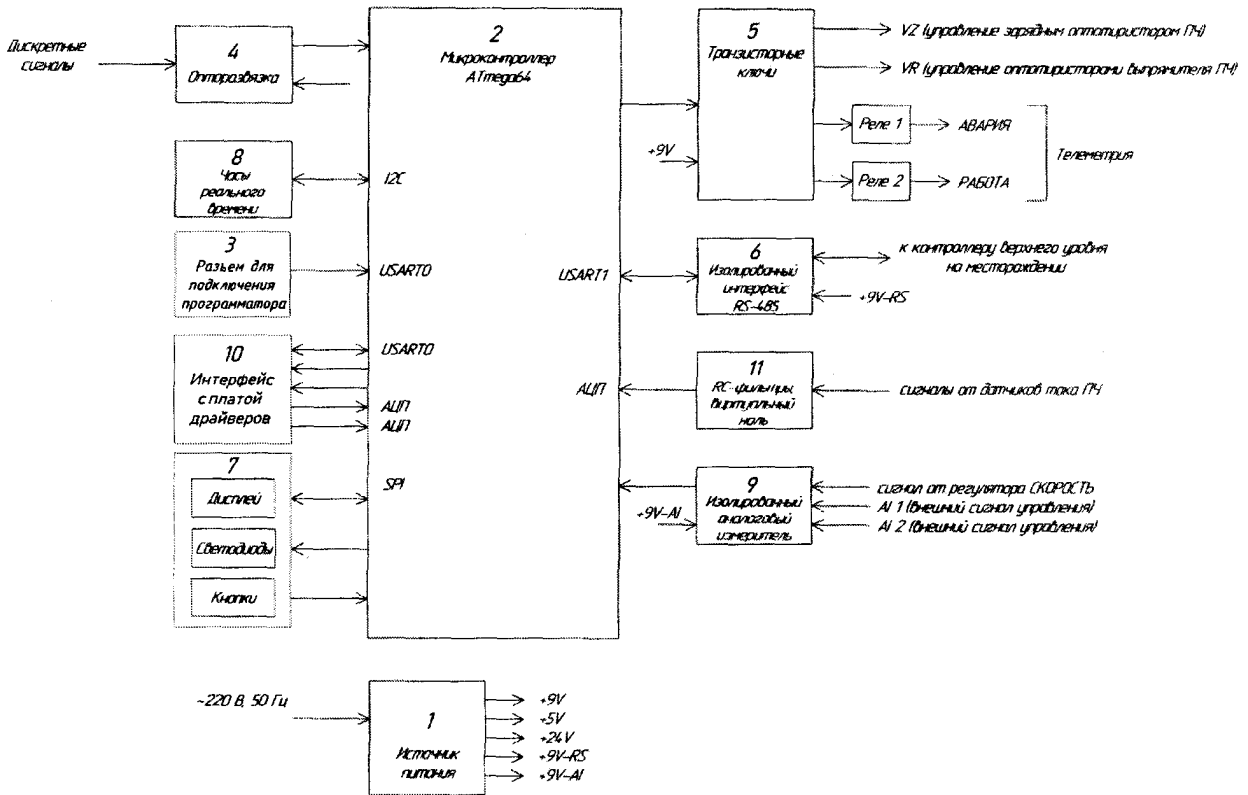
(57) Реферат:

Полезная модель относится к системам программного управления, а именно к программируемым контроллерам и предназначена для контроля и управления технологическим оборудованием, сбора, измерения и обработки аналоговых и цифровых электрических сигналов в интеллектуальных системах управления штанговым глубинным насосом (ИСУ ШГН). Техническим результатом, достигаемым решением, является реализация заявленной полезной моделью указанного назначения, управление ИСУ ШГН, возможность сбора информации и непосредственного управления внешними устройствами по заданному алгоритму. Контроллер ИСУ ШГН

содержит источник питания, модуль логики, модуль ввода дискретных сигналов, модуль ввода/вывода аналоговых сигналов, модуль телеуправления, модуль индикации, модуль фильтрации, блоки интерфейсов, модуль измерений, разъем для подключения внешнего программатора, часы реального времени, при этом модуль ввода/вывода аналоговых сигналов реализован на 8-выводном микроконтроллере за счет его внутреннего аналого-цифрового преобразователя (АЦП) и формирователя сигналов широтно-импульсной модуляции (ШИМ), модуль логики выполнен на базе микроконтроллера ATmega64.

RU 193003 U1

RU 193003 U1



Структурно-функциональная схема контроллера интеллектуальной системы штанговым глубинным насосом

RU 193003 U1

RU 193003 U1

Полезная модель относится к системам программного управления, а именно к программируемым контроллерам и предназначена для контроля и управления технологическим оборудованием, сбора, измерения и обработки аналоговых и цифровых электрических сигналов в интеллектуальных системах управления штанговым глубинным насосом.

Сложные условия функционирования нефтедобывающего оборудования, многофакторность процессов взаимодействия элементов ШГН установок между собой и с внешней средой, а также экономические ограничения стали причиной поиска новых надежных решений при проектировании систем автоматического контроля параметров работы и оценки технического состояния насосных установок. Выполнение указанных требований при заданных условиях может быть обеспечено при помощи контроллера, который позволит повысить гибкость системы управления, благодаря возможности внесения различных изменений в систему управления без изменения аппаратной части.

Известен контроллер «Мега», выпускаемый научно-производственной фирмой «ИПТЕК», внесенный в Государственный реестр средство измерений под №19124-991. Контроллер обеспечивает дистанционный контроль состояния, аварийной сигнализации и управления технологическим оборудованием, таким как станки-качалки нефтедобывающих скважин. Контроллер состоит из быстродействующего микропроцессора, функциональных схем гальванически развязанных аналоговых и дискретных входов и выходов и магистральной схемы электропитания функциональных схем. Путем увеличения числа контроллеров можно обеспечить наращивание информационной емкости локальных сетей, что является экономически невыгодно.

Также следует учесть, что жестко связанная компоновка контроллеров на основе гальванически развязанных входов и выходов не всегда позволяет интегрировать комплекс в различные по своей архитектуре автоматические и автоматизированные системы управления.

Известно устройство сбора и передачи данных [Пат. RU 59861. Устройство сбора и передачи данных / Р.Н. Липский, Е.Л. Вескер, Д.Ю.Борисов, И.В. Деружинский; заявитель Закрытое акционерное общество «Корпоративный институт электротехнического приборостроения «Энергомера»; заявл. 05.06.2006, опубл. 27.12.2006], состоящее из микроконтроллера, модуля ввода дискретных сигналов, преобразователей сигналов интерфейсов RS-485, RS-232, CAN, модуля часов реального времени. Для хранения конфигурации устройства и собранной информации, контроллер снабжен энергозависимой памятью большой емкости. Цепи интерфейсов и внутренние электрические цепи гальванически развязаны между собой. Устройство представляет собой разъемную конструкцию, включающую электронный блок и кроссовый блок. Последний служит для присоединения внешних устройств и питания.

Однако в контроллере отсутствует модуль управления внешними исполнительными устройствами, что повышает стоимость и снижает функциональность систем, в которых он используется.

Известен контроллер [Пат. RU 2642400. Промышленный контроллер / Ю.В. Дубенко, Ю.Н. Тимаченко, А.И. Вандина; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кубанский государственный технологический университет" (ФГБОУ ВО "КубГТУ"); заявл. 06.04.2017, опубл. 24.01.2018], состоящий из модуля питания, соединенного с модульной платой, на которой расположены модуль логики, выполненный на базе микроконтроллера STM32F, модуль расширения оперативной памяти, модуль энергозависимой памяти, модуль ввода/вывода аналоговых сигналов, модуль ввода/вывода дискретных сигналов, модуль

индикации, модуль управления, модуль связи и модуль аварийной сигнализации.

Недостатком устройства является интегральная сложность и высокая стоимость контроллера в промышленных масштабах.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату к заявленному является контроллер [Пат. RU 149610. Промышленный контроллер / А.С. Кондрашев, Н.Г. Белкин; заявитель Закрытое акционерное общество "Алгонт"; заявл. 18.02.2014; опубл. 10.01.2015], содержащий источник питания, микроконтроллер, часы реального времени, оперативное запоминающее устройство, FLASH память, светодиодные индикаторы, клеммы для подсоединения интерфейсов. Здесь интерфейсы Ethernet и (или) CAN используются для соединения с управляющим компьютером, интерфейс RS-485 для подключения удаленных датчиков и исполнительных устройств. Дополнительно с двух боковых сторон корпуса контроллера расположены разъемы, которые предназначены для подключения модулей расширения ввода-вывода сигналов управляемых объектов. Контакты каждого разъема образуют отдельную внутреннюю межмодульную шину, которая содержит цепи интерфейса I2C, а модули расширения выполнены с использованием большой интегральной схемы расширения для интерфейса I2C.

Однако контроллер не позволяет производить измерение аналоговых сигналов, тем самым снижаются функциональные возможности устройства.

В основу настоящей полезной модели положена задача минимизации затрат и повышения компактности контроллера.

Достижение указанного результата обеспечивается за счет того, что в контроллере для управления ИСУ ШГН, содержащем источник питания, модуль логики, модуль ввода дискретных сигналов, модуль ввода/вывода аналоговых сигналов, модуль телеуправления, модуль индикации, модуль фильтрации, блоки интерфейсов, модуль измерений, разъем для подключения внешнего программатора, часы реального времени, при этом модуль ввода/вывода аналоговых сигналов реализован на 8-выводном микроконтроллере за счет его внутреннего АЦП и формирователя сигналов ШИМ, модуль логики выполнен на базе микроконтроллера ATmega64.

Конструктивно контроллер выполнен в виде металлической коробки с кронштейнами на задней панели для крепления к силовой панели преобразователя частоты. На лицевой панели контроллера расположены: вакуумно-люминесцентный текстовый дисплей, кнопки управления и вывода информационных параметров, а также светодиодные индикаторы состояния ИСУ ШГН.

Сущность полезной модели поясняется структурно-функциональной схемой, представленной на фиг.

Контроллер состоит из модуля питания (1), который формирует выходные напряжения: +5 В для питания цифровых микросхем платы, +9 В для питания реле и формирования сигналов управления оптотиристорами, +24 В для питания дискретных сигналов и платы драйверов, +9 В-RS для питания гальванически изолированного интерфейса RS-485 и +9 В-AI для питания узла ввода аналоговых сигналов.

Дополнительно источник питания снабжен ограничителем напряжения для защиты от выбросов напряжения на проводах питания, возникающих при грозовых разрядах на месторождении. Модуль логики 2 представляет собой 8-разрядный микроконтроллер с RISC-архитектурой ATmega64, выполненный в 64-выводном планарном корпусе TQFP, содержащий 64 кБайт памяти типа FLASH для размещения программы-программатора и 2 кБайт памяти типа EEPROM для хранения настроек и уставок системы, а также электронного архива событий. Модуль ввода дискретных сигналов 4, построен на

сдвоенных оптотранзисторах и обеспечивает питание постоянным напряжением 24 В и гальванически изолированный ввод 8-ми дискретных сигналов. Модуль телеуправления 5 через транзисторные ключи формирует сигналы управления оптодиристорами преобразователя частоты: зарядным VZ и оптодиристорами силового выпрямителя VR, а также сигналы нормально разомкнутыми контактами электромагнитными реле «РАБОТА» и «АВАРИЯ» для телеметрии. Блок интерфейса RS-485 6 предназначен для обеспечения работы ИСУ ШГН в системе верхнего уровня на месторождении. Модуль индикации 7 состоит из 2х-строчного 16-символьного вакуумно-люминесцентного дисплея, обеспечивающего по интерфейсу SPI просмотр информации при нижней границе диапазона температур ИСУ (минус 60°C), светодиодов и развязывающих диодов для ввода сигналов от кнопок контроллера. Модуль фильтрации 11 принимает сигнал от датчика тока, а АЦП микроконтроллера производит измерение переменных напряжений, поступающих от датчика тока. Содержащиеся в модуле фильтры очищают сигнал от высокочастотных помех. Часы реального времени 8 предназначены для предоставления реального времени при регистрации событий в электронном архиве событий.

Программирование часов и считывание времени производится по интерфейсу I2C. Модуль измерений 9 представляет собой гальванически изолированный измеритель аналоговых сигналов управления «РЕГ», «AI1» и «AI2». Сигнал «РЕГ» имеет диапазон от 0 до 5 В и поступает от регулятора скорости, сигналы «AI1» и «AI2» являются внешними по отношению к системе и являются универсальными сигналами управления. Поддержку цифрового интерфейса обеспечивает модуль 10, который включает:

- сигнал сброса специализированного контроллера управления мостовым инвертором МСЗРНАС;
  - сигнал ШИМ с одного из выходов МСЗРНАС для измерения и последующего эмулирования выходного напряжения инвертора преобразователя частоты;
  - сигналы последовательного канала передачи и приема данных интерфейса USART микроконтроллера;
  - обобщенный сигнал сброса драйверов;
  - транслируемый через плату драйверов сигнал датчика температуры.
- Контроллер обеспечивает защитное отключение нагрузки ИСУ ШГН:
- при перегрузке по току двигателя;
  - при снижении напряжения в сети ниже  $0,7 \cdot U_{\text{ном}}$  с последующим включением нагрузки через время автоматического повторного включения при повышении напряжения до  $0,85 \cdot U_{\text{ном}}$ ;

- при собственной неисправности;
- при срабатывании предельного датчика типа электро-контактного манометра в т.ч. по минимальному давлению с регулируемой задержкой срабатывания;
- при недогрузке по току двигателя (обрыв ремней привода станка-качалки);
- при дисбалансе токов нагрузки и неполнофазном режиме работы;
- при небалансе станка-качалки.

В составе ИСУ ШГН контроллер обеспечивает:

- включение и отключение электродвигателя станка-качалки;
- формирование телеметрических сигналов;
- работу электродвигателя станка-качалки на частоте;
- автоматическое включение электродвигателя через установленное время задержки после восстановления исчезавшего напряжения в сети.

Контроллер работает следующим образом: модуль питания 1 формирует напряжения необходимые для работы устройства и контроллер загружает управляющую программу

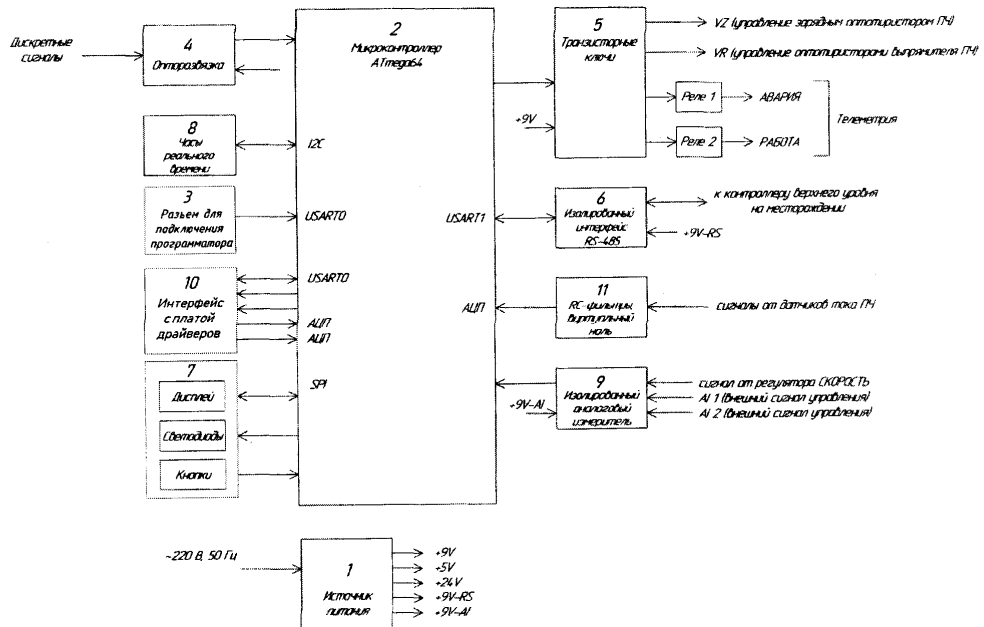
модуля логики 2. При запуске этой программы возможно программирование основной FLASH-памяти микроконтроллера кодом, получаемым по интерфейсу USART1 (RS-485 верхнего уровня). Внешние устройства измерения подключаются к блокам интерфейсов 6,10. Сигналы от внешних датчиков измерений через указанные блоки интерфейсов 5 поступают в модуль логики 2, где далее они обрабатываются микропроцессором, которые затем отправляются в компьютер верхнего уровня посредством блока интерфейса RS-485 6. Считывание аналоговых сигналов осуществляется с помощью АЦП. Точное время измерений формируется часами реального времени 8. Для управления питанием внешних устройств цепи питания внешних устройств 10 подключаются к модулю телеуправления 5. Для интерактивного отображения информации и управления контроллером предусмотрено подключение внешнего дисплея 7 через интерфейс SPI. Сигналы с дисплея поступают модуль логики 2, где управляющая программа формирует модель состояния контроллера в графическом виде для отображения на дисплее. Также модуль логики 2 выводит информацию о состоянии 15 контроллера на светодиодные индикаторы 7.

Предлагаемое в качестве полезной модели техническое решение - контроллер можно активно применять в системах автоматического управления технологическими процессами, в частности, в интеллектуальных системах управления штанговыми глубинными насосами. Специально подобранная комплектация контроллера позволяет 20 использовать его в температурном диапазоне от минус 60 до плюс 50°С.

Положительный результат, проявляющийся при изготовлении и использовании предлагаемого контроллера - минимизации затрат и повышения компактности контроллера.

#### 25 (57) Формула полезной модели

Контроллер для управления интеллектуальной системой управления штанговым глубинным насосом, содержащий модуль питания, модуль логики для выполнения управляющих программ, модуль ввода дискретных сигналов, модуль ввода/вывода аналоговых сигналов, модуль телеуправления, передающий команды управления от 30 микроконтроллера во внешнее устройство и выполняющий функции телеметрии, модуль индикации, включающий светодиодные индикаторы, модуль фильтрации, производящий измерение переменных напряжений и очищение сигнала от датчика тока от высокочастотных помех, жидкокристаллический вакуумно-люминесцентный дисплей, кнопки вывода информационных параметров, блок интерфейса RS-485, обеспечивающий 35 работу интеллектуальной системы управления в системе верхнего уровня, блок интерфейса с платой драйверов, при этом цепи интерфейсов и внутренние электрические цепи устройства гальванически развязаны между собой, модуль измерений, разъем для подключения внешнего программатора, часы реального времени, отличающийся тем, что модуль ввода/вывода аналоговых сигналов реализован на 8-выводном 40 микроконтроллере за счет его внутреннего АЦП и формирователя сигналов ШИМ, модуль логики выполнен на базе микроконтроллера ATmega64.



Структурно-функциональная схема контроллера интеллектуальной системы штанговым глубинным насосом