



РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН

(19) KZ (13) B (11) 37778
(51) G01L 11/00 (2006.01)

МИНИСТЕРСТВО ЮСТИЦИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21) 2024/0905.1

(22) 31.10.2024

(45) 30.01.2026, бюл. №4

(72) Амирханова Гульшат Аманжоловна;
Тюлепбердинова Гульнур; Кунелбаев Мурат
Меркебекович; Амирханов Алихан Бауыржанулы;
Амирханов Бауыржан Сайдашевич

(73) Амирханова Гульшат Аманжоловна

(56) Development of Low-Cost IoT System for
Monitoring Piezometric Level and Temperature of
Groundwater, Mauro Espinoza Ortiz, Juan Pablo Apún
Molina, Salvador Isidro Belmonte Jiménez, Jaime

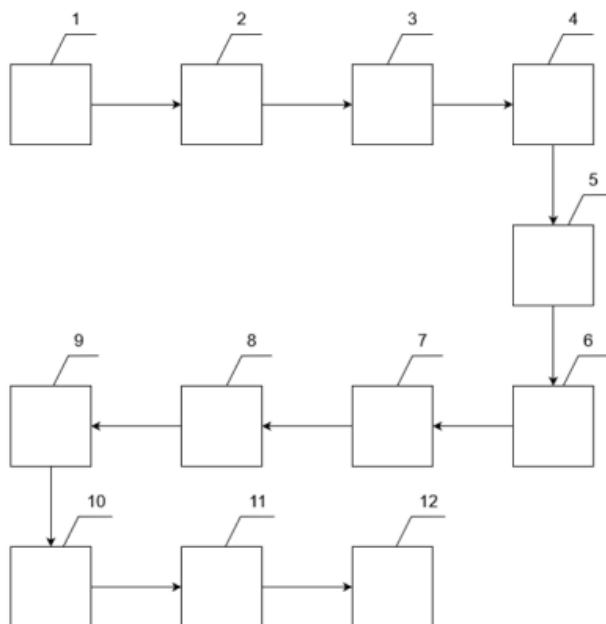
Herrera Barrientos, Héctor José Peinado Guevara,
Apolinar Santamaria Miranda, 20.10.2023

CN 209230862 U, 09.08.2019

US20220408233 A1, 22.12.2022

(54) **АРХИТЕКТУРА СИСТЕМЫ
МОНИТОРИНГА ДАВЛЕНИЯ ВОДЫ**

(57) Изобретение относится к измерительной
технике и может быть использована в различных
системах контроля инженерных и строительных
конструкций, а именно к устройствам
дистанционного мониторинга давления воды.



(19) KZ (13) B (11) 37778

Изобретение относится к измерительной технике и может быть использована в различных системах контроля инженерных и строительных конструкций, а именно к устройствам дистанционного мониторинга давления воды.

Техническим результатом данной полезной модели является разработка архитектуры системы мониторинга давления воды. Она включает адаптер питания переменного тока в постоянный, подключенный к микроконтроллеру FPGA через протокол NB-IoT. Микроконтроллер получает питание от FPGA с напряжением 5 В через USB Type-C. Датчик давления питается автономно от солнечных панелей и работает в диапазоне напряжений от 12 до 36 В. Для снижения электрических помех используется изолированное электрическое соединение с изолированным преобразователем переменного тока в постоянный. Питание микроконтроллера FPGA обеспечивается с помощью реле регулятора напряжения. Основным источником питания является постоянный ток силой 2 А, который подключен к изолированному преобразователю переменного тока в постоянный для питания бустера. Также система включает базу данных для сбора данных и веб-сервер для хранения информации. Адаптер питания переменного тока в постоянный подключен к компьютерной системе. Оповещение пользователей (инженеров и диспетчеров) о выходе давления за пределы нормы передается через мобильные приложения.

Известна научная статья Design and Implementation of a Pressure Monitoring System Based on IoT for Water Supply Networks José Pérez-Padillo, Jorge García Morill, José Ramírez-Faz, Manuel Torres Roldán and Pilar Montesinos. Sensors 2020, 20(15), 4247. Архитектура система контроля давления и оповещения была разработана с использованием недорогого оборудования и программного обеспечения с открытым исходным кодом. Микроконтроллер семейства Arduino передает сигналы манометра с помощью Sigfox communication, маломощной глобальной сети (LPWAN). Платформа IoT ThingSpeak используется для анализа и визуализации данных. Кроме того, система может отправлять сигналы тревоги по SMS/электронной почте в режиме реального времени, используя веб-сервис "Если это, то то" (IFTTT) при обнаружении аномальных данных о давлении.

Известна научная статья Development of LoRaWAN-Based IoT Monitoring Device for Pressure Rate Profiling in Water Pipelines Dere, Agbolade O.A., Oyetunji S.A., Babatola J.O. в журнале Saudi J Eng Technol, 8(9): 219-225 В устройстве используется датчик давления и GSM-модуль для сбора и передачи данных о давлении в режиме реального времени в облачную систему управления данными. В ходе лабораторных экспериментов разработанная в данном исследовании система мониторинга смогла обнаружить и локализовать утечки с возможностью мониторинга утечек через мобильное приложение.

К недостаткам указанных прототипов следует отнести необходимость в разработке собственного

программного обеспечения, чрезмерная сложность конструкции, низкая надежность и помехоустойчивость, относительно высокая себестоимость.

За прототип принят научная статья Development of Low-Cost IoT System for Monitoring Piezometric Level and Temperature of Groundwater. Mauro Espinoza Ortiz, Juan Pablo Apún Molina, Salvador Isidro Belmonte Jiménez, Jaime Herrera Barrientos, Héctor José Peinado Guevara and Apolinar Santamaria Miranda в журнале Sensors 2023, 23(23), 9364; Архитектура системы мониторинга давления воды состоит из аналого-цифрового преобразователя ADS1115 с 16-битным разрешением, который подключается к микроконтроллеру по протоколу I2C. Используется микроконтроллер ESP8266, интегрированный с антенной WiFi 2,4 ГГц, идеально подходящей для задач IoT, с питанием 5 В через micro-USB. Датчик давления имеет рабочий диапазон от 12 до 36 вольт, для снижения электрических помех было выполнено изолированное электрическое соединение с изолированным DC-DC преобразователем (B050S-2W). Питание микроконтроллера ESP8266 осуществлялось с помощью обычного регулятора переменного тока на 5 В, 2 А постоянного тока (DC) в качестве основного источника питания и подключалось к изолированному DC-DC преобразователю для питания DC-DC бустера (XL6009e1)

Недостаток устройства заключается в потере функциональных данных пациента при выходе за пределы действия сети и отсутствии сравнения интегральных параметров с приемлемыми показателями для данного пациента на произвольных интервалах времени.

Задача данной полезной модели является создание архитектуры системы мониторинга давления воды, чтобы обеспечить надежный мониторинг давления в сети и позволяет оперативно реагировать на любые отклонения, что снижает риск утечек и аварий.

Изобретение иллюстрируются чертежами на Фиг.1. Архитектура системы мониторинга давления воды выполнена в соответствии с полезной моделью. Имеется адаптер питания переменного тока в постоянный 1, который подключается к микроконтроллеру FPGA 2 по протоколу NB-IoT 3. Так же имеется питание 5 В через USB Type-C 4. Имеется датчик давления, который питается автономно от солнечных панелей 5. Имеется изолированное электрическое соединение с изолированным преобразователем переменного тока в постоянный 6. Питание микроконтроллера FPGA осуществлялось с помощью реле регулятора напряжения 7. Имелся бустер переменного тока в постоянный 8. Так же имеется база данных 9 и веб-сервер 10. Адаптер питания переменного тока в постоянный был подключен к компьютерной системе 11. Оповещение пользователей (инженеров и диспетчеров) при отклонении давления от нормы сообщалось через мобильные приложения 12.

Работа предлагаемой архитектуры осуществляется следующим образом. Архитектура системы

мониторинга давления воды, состоит из адаптера питания переменного тока в постоянный 1, который подключается к микроконтроллеру FPGA 2 по протоколу NB-IoT 3. Используемый микроконтроллер FPGA с питанием 5 В через USB Type-C 4. Имеется датчик давления, который питается автономно от солнечных панелей 5. Датчик давления работает в диапазоне от 12 до 36 вольт, для снижения электрических помех было выполнено изолированное электрическое соединение с изолированным преобразователем переменного тока в постоянный 6. Питание микроконтроллера FPGA осуществлялось с помощью реле регулятора напряжение 7. Электрический ток 2А постоянного тока в качестве основного источника питания подключалось к изолированному преобразователю переменного тока в постоянный для питания бустера 8 преобразователем переменного тока в постоянный. Так же имеется база данных 9, куда поступали данные и веб-сервер 10, где хранилась информация. Адаптер питания переменного тока в постоянный был подключен к компьютерной системе 11. Оповещение пользователей (инженеров и диспетчеров) при отклонении давления от нормы сообщалось через мобильные приложения 12.

Преимущество предлагаемого изобретения - упрощённая конструкция, снижение себестоимости и расширение отрасли применения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Архитектура системы мониторинга давления воды, содержащая аналого-цифровой преобразователь ADS1115 с 16-битным разрешением, соединённый с микроконтроллером по интерфейсу I2C, микроконтроллер ESP8266, интегрированный с антенной Wi-Fi 2,4 ГГц и подключённый к источнику питания 5 В через разъём micro-USB, датчик давления с рабочим диапазоном 12–36 В, изолированный DC-DC-преобразователь, электрически соединённый с датчиком давления и микроконтроллером и предназначенный для снижения электрических помех, а также регулятор переменного тока 5 В, 2 А постоянного тока, подключённый к изолированному DC-DC-преобразователю для питания DC-DC-бустера, *отличающаяся* тем, что дополнительно

содержит адаптер питания переменного тока в постоянный, подключённый к микроконтроллеру FPGA, выполненному с возможностью обмена данными по протоколу NB-IoT и питания от напряжения 5 В через разъём USB Type-C, при этом датчик давления выполнен с возможностью автономного питания от солнечных панелей и электрически изолирован от микроконтроллера FPGA посредством изолированного преобразователя переменного тока в постоянный, питание микроконтроллера FPGA осуществляется через реле-регулятор напряжения от источника тока 2 А постоянного тока, подключённого к указанному изолированному преобразователю, архитектура содержит компьютерную систему, соединённую с адаптером питания переменного тока в постоянный, базу данных и веб-сервер, соединённые с микроконтроллером FPGA и выполненные с возможностью приёма и хранения данных о давлении воды, а также модуль оповещения, обеспечивающий передачу уведомлений пользователям через мобильное приложение при отклонении давления от нормы.

2. Архитектура по п.1, *отличающаяся* тем, что микроконтроллер FPGA выполнен с возможностью высокоскоростной локальной обработки данных измерений давления, адаптации конфигурации логики обработки под будущие изменения алгоритмов мониторинга и обеспечения быстрой реакции системы на критические ситуации.

3. Архитектура по п.1, *отличающаяся* тем, что микроконтроллер FPGA настроен на работу на пониженных тактовых частотах и предварительную локальную обработку данных с целью уменьшения объёма информации, передаваемой по сети NB-IoT, и увеличения времени автономной работы системы.

4. Архитектура по п.1, *отличающаяся* тем, что модуль связи NB-IoT выполнен с возможностью узкополосной передачи данных с пропускной способностью до 250 кбит/с, достаточной для передачи измерений давления воды.

5. Архитектура по п.1, *отличающаяся* тем, что модуль связи NB-IoT и датчик давления выполнены с возможностью работы в режиме пониженного энергопотребления, обеспечивающем автономное питание датчика давления от солнечных панелей.

