

УДК 621.396.931

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ IOT-СИСТЕМЫ УМНОГО ПОЛИВА

К.т.н. А.П. Плахтеев¹, к.т.н. Е.В. Токарева², К.Н. Лейченко¹,

1. Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского "Харьковский авиационный институт"
2. Харьковский национальный университет радиоэлектроники

В статье рассмотрены известные решения автоматизации полива и экономии расхода воды, выделены достоинства и недостатки и представлен прототип, обладающий преимуществами перед уже известными решениями. Вывод: представлен новый подход в реализации системы автоматизированного полива, с использованием технологий IOT.

В статті розглянуті відомі рішення автоматизації поливу і економії витрати води, виділені переваги і недоліки і представлений прототип, що володіє перевагами перед вже відомими рішеннями. Висновок: представлений новий підхід в реалізації системи автоматизованого поливу, з використанням технологій IOT.

The article describes the well-known solutions for irrigation automation and saving water consumption, highlights the advantages and disadvantages and presents a prototype that has advantages over the already known solutions. Conclusion: presents a new approach to the implementation of automated irrigation systems using IOT technologies

Ключевые слова: встроенные системы, интернет вещей, зеленые технологии, система управления

Введение

Развитие современного земледелия требует внедрения технологий, которые смогли бы обеспечить наращивание производственных мощностей, что привело бы к повышению количества и качества получаемой продукции. Для обеспечения условий выращивания растений вводятся различные технологические комплексы, зачастую имеющие глобальные масштабы. Системы выращивания растений с использованием полива обеспечивают необходимые условия для комфортного жизненного цикла растений, что приводит к повышенной урожайности. Однако следует принимать во внимание проблему глобального дефицита пресной воды. Вопрос экономии воды, используемой для полива, должен обладать приоритетом при разработке и введении в эксплуатацию систем орошения.

Системы выращивания растений можно разделить на 2 типа: закрытые и открытые. К закрытым относятся системы с использованием теплиц и гроубоксов. Открытые системы зачастую работают на открытой местности, и обеспечивают своевременный полив в комплексе с другими действиями, направленными на повышения комфортности для растений.

Существует высокий спрос на решения, которые легко интегрируются в открытые и закрытые системы, и позволяют выполнять широкий спектр задач, включая своевременную подачу воды при поливе, климат контроль для закрытых систем, мониторинг и управление.

Перспективные системы можно масштабировать благодаря использованию беспроводных технологий и технологий IoT для связи между подсистемами управления и мониторинга, датчиками, исполнительными механизмами и узлами. Это позволит упростить масштабирование систем.

Анализ известных решений

На данный момент существует различные варианты систем полива и выращивания растений, которые имеют узкую специализацию. Большинство некоммерческих решений обладают недостаточными функциональными возможностями и ограниченной областью практического применения.

Система [1] (рис. 1), как и система [2] (рис. 2) являются одноканальными системами полива с базовыми возможностями изменения климатических показателей. Для полива используется один погружаемый насос. Позиционируется как система для полива комнатных растений, для чего заложенных функциональных возможностей достаточно. По сути, система [1] является реализацией с системы [2] в соответствии для исследовательских целей.

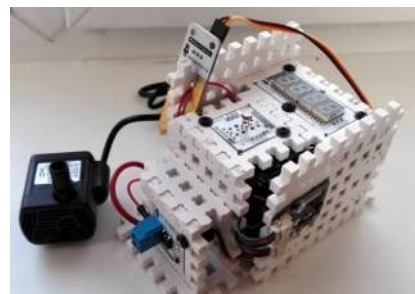


Рис. 1. Реализация системы полива

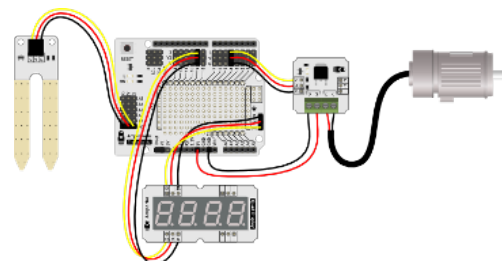


Рис. 2. Схема связей компонентов системы

Система на рис.3 представляет собой эффективную в малых масштабах многоканальную систему полива, построенную на доступных малогабаритных аппаратных компонентах [3]. Управление производится энкодером, есть возможность сохранить данные полива, можно подключить до 15 помп. Преимущества системы в её

простоте. К недостаткам можно отнести плохую масштабируемость системы, ограниченный набор функций, позволяющий удовлетворить лишь базовый набор требований к системе.

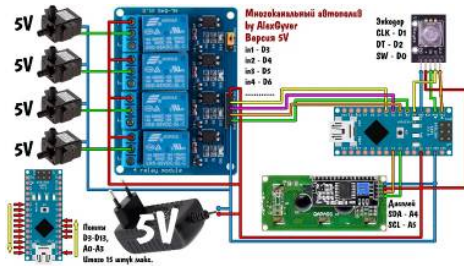


Рис. 3. Состав многоканальной системы

Система полива растений [4], которая представлена на рис. 3, обладает достаточными функциональными возможностями для поставленных задач, имеет малый размер и простоту связей, но в то же время плохо масштабируется и не подходит для решения задачи полива открытого участка.

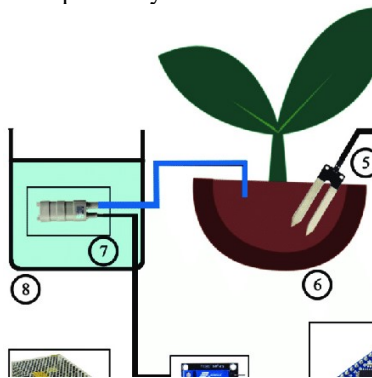


Рис. 4. Схема связей компонентов системы полива растений

Система [5], представленная на рис. 5, обладает механизмом регулирования уровня воды в емкости, системой оповещения по СМС и возможностью измерять степень освещенности. Является продвинутой разработкой, но имеет плохую масштабируемость.

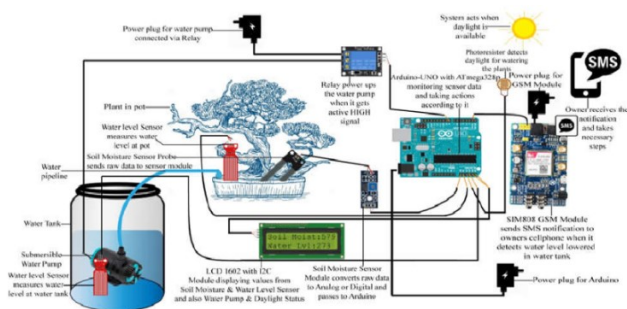


Рис. 5. Принцип работы системы автополива для маленького завода

Система [6], представленная на рис. 6, обладает возможностью следить за показателями влажности и температуры, также обладает системой оповещения по СМС. Подходит для мониторинга состояния растения, не обладает необходимым функционалом для решения поставленной задачи.

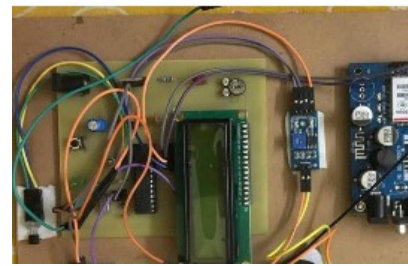


Рис. 6. Система мониторинга полива с возможностью оповещения по СМС

Система [8], изображенная на рис. 7, обладает возможностью совершать полив без вмешательства человека. Позиционируется как система полива, подходящая для путешественников. В своем составе имеет esp8266, что позволяет использовать беспроводной канал связи wifi. Подходит для решения небольших задач, плохо масштабируется под большие задачи.

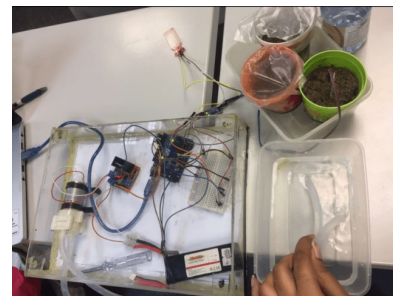


Рис. 7. Система полива растений для путешественников

Обобщенная структурная схема представлена на рис. 8, где: MCU – контроллер управления, Sensors – датчики, выполняющие измерение параметров окружающей среды, HMI – человеко-машинный интерфейс, Driver – силовая схема между контроллером и помпами (Pumps), Environment – окружающая среда.

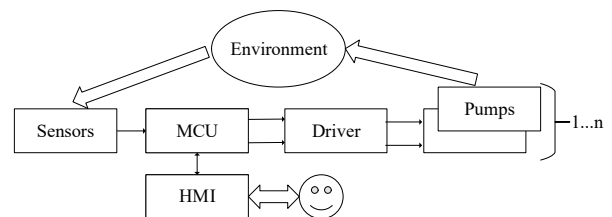


Рис. 8. Общая структурная схема систем полива растений

Постановка задачи

Проведя исследование вопроса и анализ публикаций и известных решений была поставлена задача реализовать систему автоматизированного полива с использованием технологий IoT. Были предъявлены следующие требования к системе: обеспечение полива по заданному режиму в заданное время и на заданную длительность, возможность производить мониторинг климатических показателей, на основании которого давать возможность в автоматизированном режиме регулировать время и длительность полива, установка времени полива в формате ЧЧ:ММ, где ЧЧ – часы, ММ – минуты, длительность полива должна задаваться в формате ММ, должна быть предусмотрена возможность сохранения установок при перезапуске системы. Система

должна обладать панелью управления и иметь защиту от несанкционированных установок. Компоненты системы должны быть легкодоступны и заменяемы.

Функциональность, которой должна обладать система следующая: обеспечение своевременного оптимального полива в автоматизированном режиме, с использованием заданных предустановок. Система должна производить контроль климатических условий для реакции и корректировки полива, а также осуществлять сбор и хранение информации о параметрах среды и выполнении заданных алгоритмов работы.

Решение задачи

На этапе проектирования была построена структурная схема, отображающая принцип взаимодействия основных компонентов системы (рис.9).

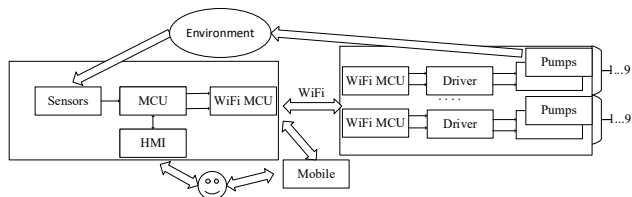


Рис. 9. Структурная схема системы

После составления структурной схемы системы были выбраны доступные аппаратные средства, которые обеспечивали бы систему необходимыми функциональными возможностями при ограниченных затратах. В качестве MCU на подсистеме управления выступает Arduino Uno, так как данная распространенная платформа обладает необходимыми возможностями для построения системы требуемого масштаба и функционала. WiFi MCU на подсистеме управления – модуль ESP01S, обладающий малыми габаритами и энергопотреблением, достаточными функциональными возможностями для решения задач беспроводного обмена. Блок HMI обеспечивает LCD дисплей и джойстик. Sensors обеспечивают цифровой датчик температуры и влажности, датчик дождя и датчик освещенности. На стороне исполнительной подсистемы, в качестве Wifi MCU выступает WeMos D1, имеющий сравнимый с ESP01S функциональные возможности, но при этом обладающий большим количеством выводов, сравнимых с Arduino Uno. В качестве Drivers выступают Relay Modules, которые способны обеспечивать управление нагрузкой, в данном случае помпами, которые представляют собой блок Pumps.

Таким образом, было принято решение разработать систему автоматизированного полива на базе Arduino Uno R3, в связке с ESP01S и WeMos D1. Система состоит из минимум двух подсистем: управляющей и исполнительной. Исполнительных подсистем может быть несколько, чем обеспечивается масштабируемость системы. Связь управляющей и исполнительных подсистем обеспечивается через беспроводной канал связи WiFi. Uno R3 выступает в качестве контроллера управляющей части системы, обеспечивая базовый функционал, а именно:

- контроль климатических показателей;
- задание режимов полива, времени и длительности;

– обеспечение доступа к панели управления и вывода информации о текущих погодных условиях и прочей информации.

Данные о прогнозе погоды дают возможность планировать расход воды, что в свою очередь позволяет производить наблюдения за участком, испарением влаги. Данный подход позволяет отказаться от датчиков влажности, т.к. данный подход является громоздким и дорогим.

ESP01S функционирует совместно с Uno R3, обеспечивая связь с исполнительными подсистемами. Также ESP01S выступает в роли клиента, реализующий IoT технологии, для последующей передачи данных в облачные или серверные хранилища, для обработки запросов исполнительных подсистем.

Мониторинг погодных показателей обеспечивают цифровой датчик температуры и влажности, датчик освещенности и датчик дождя. Временные замеры производятся с помощью модуля часов реального времени.

Управление системой производится с помощью джойстика и дисплея.

Исполнительная подсистема представляет собой WeMos D1, к которому подключены реле, имеющие выход на помпы. На одну исполнительную подсистему можно поставить до 9 реле. Для отображения текущего состояния используется четырехразрядный семисегментный индикатор. Схема алгоритма отображения состояний представлена на рис. 10.

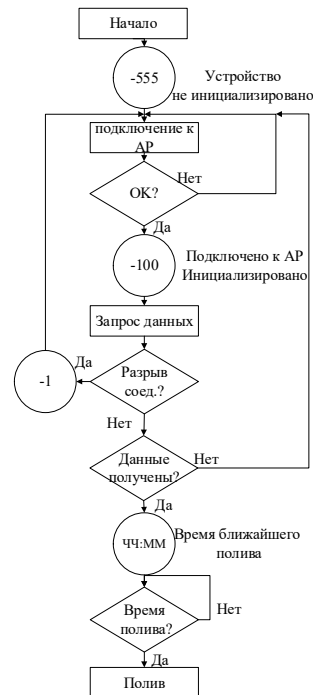


Рис.10. Схема алгоритма индикации состояния исполнительной подсистемы

После включения управляющей и исполнительных подсистем, исполнительные подсистемы начинают регистрироваться, через беспроводной канал связи. При успешной инициализации, исполнительный механизм делает запрос на получение данных полива. При успешном получении настроек, начинает ожидать времени полива, выводя на индикаторы сообщение о готовности. При достижении указанного времени, начинает выполнять указанные ранее инструкции.

Разработка прототипа системы

Для комплексной отладки программно-аппаратных средств построен макет, поддерживающий основные функции системы.

Управляющая подсистема представлена рис.11. Для удобства использования компоненты размещены в корпусе из пищевого контейнера



Рис.11. Управляющая подсистема

Исполнительная подсистема нуждается в доработках и реализована на основе макетных плат (рис. 12).

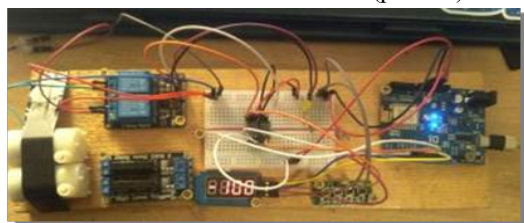


Рис.12. Исполнительная подсистема

Управляющая подсистема имеет в своем составе LCD, который используется для вывода информации о состоянии системы и прочих данных. Экранные формы (рис.13) вытекают из предлагаемого решения.

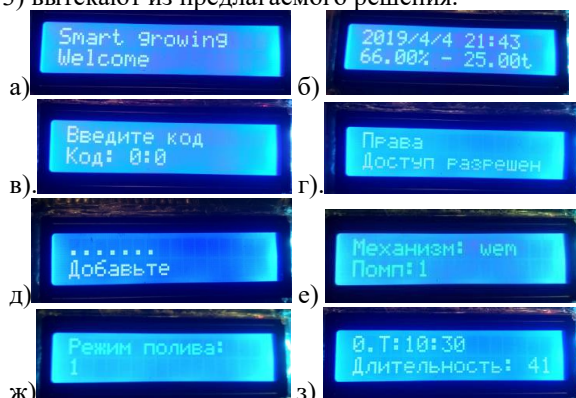


Рис. 13. Экранные формы человеко- машинного интерфейса управляющей подсистемы

Исполнительная подсистема имеет свою индикацию состояний (рис. 14): «-555» – устройство не инициализировано в управляющей части.; «-100» – устройство подключено и инициализировано; «ЧЧ:ММ» – время ближайшего полива; «-1» – обработанная ошибка, которая возникает вследствие разрыва соединения.

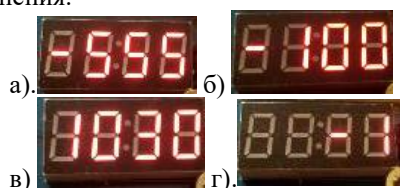


Рис.14. Индикация состояний исполнительной подсистемы

Экспериментальные исследования показали, что прототип способен выполнять поставленные задачи и решает проблемы, присутствующие в известных решениях, в частности, проблемы масштабирования и настройки под разные области применения.

Выводы

Таким образом, данная статья раскрывает новый подход в архитектурной особенности системы умного полива, а именно в разделении системы на подсистемы, и их коммуникация через беспроводной канал связи, что обеспечивает масштабируемость системы. Существует множество решений задачи полива, но большая часть имеет либо более узкоспециализированное направление, либо обладает недостаточно полными функциональными возможностями. Эксперимент показал, что прототип способен выполнять поставленные задачи и решает проблемы, присутствующие в известных решениях, в частности проблемы масштабирования и настройки под разные задачи.. В статье представлен новый подход в реализации системы автоматизированного полива, с использованием технологий интернета вещей. Архитектура системы обеспечивает портируемость под задачи различных масштабов. Также в статье была представлена логика взаимодействия между различными частями системы. Дальнейшая реализация взаимодействия с облачными системами позволит обрабатывать климатические данные и управлять системой дистанционно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Петин В. А. Проекты с использованием контроллера Arduino. – СПб.: БХВ-Петербург, 2014.
2. Автополищик растений на Arduino URL: www.wiki.amperka.ru/projects/irrigator (accessed 4 April 2019).
3. Многоканальный полив на Arduino URL: www.alexgyver.ru/auto-pumps/ (accessed 4 April 2019)
4. Automatic Plant Watering System via Soil Moisture Sensing by means of Suitable Electronics and its Applications for Anthropological and Medical Purposes Nermin Đuzić, Dalibor Dumić, URL: www.researchgate.net/publication/319130612_Automatic_Plant_Watering_System_via_Soil_Moisture_Sensing_by_means_of_Suitable_Electronics_and_its_Applications_for_Anthropological_and_Medical_Purposes (accessed 4 April 2019).
5. System For Small Plants And Acquaintance About Deficit In Water Supply, Ahmed Imteaj, Tanveer Rahman, Mohammed Shamsul Alamand Touhidul Alam, Automated Expedient Watering URL: www.researchgate.net/publication/312653566_Automated_Expedient_Watering_System_For_Small_Plants_And_Acquaintance_About_Deficit_In_Water_Supply (accessed 6 April 2019).
6. Microcontroller based automatic plant irrigation system, Bishnu Deo Kumar, Prachi Srivastava, Reetika Agrawal, Vanya Tiwari URL: www.irjet.net/archives/V4/i5/IRJET-V4I5282.pdf (accessed 6 April 2019).
7. Automatic Watering System for Plants with IoT Monitoring and Notification. Jacqueline M.S. Waworundeng ovia Chandra Suseno, Roberth Ricky Y Manaha.- Cogito Smart Journal, VOL.4, NO.2, DESEMBER 2018, p.316-326. URL: www.researchgate.net/publication/330424726_Automatic_Watering_System_for_Plants_with_IoT_Monitoring_and_Notification (accessed 7 April 2019).
8. IOT Automatic Plant Watering System, Nermin Đuzić URL: www.iotworld.co/2018/07/13/iot-automatic-plant-watering-system (accessed 8 April 2019)