

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт энергетики и электротехники

(наименование института полностью)

Кафедра « Промышленная электроника »

(наименование кафедры)

27.03.04 Управление в технических системах

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Системы и технические средства автоматизации и управления

(направленность (профиль)/специализация)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Система «Умный дом»

Студент

Н.А. Фахретдинова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

А.В. Прядилов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультант

М.А. Четаева

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой

к.т.н., доцент, А.А. Шевцов

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« _____ » _____ 20 _____ г.

Тольятти 2018__

Аннотация

Тема выпускной квалификационной работы: Система «Умный дом»

Общий объем выполненной бакалаврской работы составил 47 страниц, используется 10 таблиц, 25 рисунков, библиографических источников – 21. Графическая часть содержит 6 листов формата А1.

Ключевые слова: УМНЫЙ ДОМ, СИСТЕМЫ ДОМАШНЕЙ АВТОМАТИЗАЦИИ, ARDUINO.

В бакалаврскую работу входит введение, четыре главы, итоговое заключение.

В главе 1 «Состояние вопроса. Обзор системы «Умный дом», происходит анализ системы «Умный дом» приводятся общие сведения о системе, рассматривается модель как она есть.

В главе 2 «Анализ и выбор контроллера, датчиков и среды разработки», осуществлен анализ подходящих для системы датчиков состояния системы, выбор среди них наиболее эффективных и выгодных вариантов, дан анализ и осуществлен подбор контроллера, обладающего достаточными функциональными возможностями для обеспечения работоспособности данной системы. Осуществлен выбор среды разработки для программирования и контроля за состоянием системы.

В главе 3 «Объединение компонентов в единую систему. Разработка принципиальной схемы» описана структурная схема разрабатываемой системы и проведена разработка принципиальной электрической схемы.

В главе 4 «Создание модели «Умный дом», объединение выбранного контроллера и датчиков состояния в единую систему «Умный дом», для системы разработана блок-схема программы.

Abstract

The topic of the bachelor's thesis is Smart home.

The bachelor's thesis consists of an explanatory note on 46 pages, 10 tables, 25 figures, a list of 22 references including 5 foreign references, and the graphic part on 6 A1 sheets.

The bachelor's thesis includes an introduction, four chapters, the final conclusion.

In Chapter 1, "The state of the issue. Overview of the Smart Home system", the Smart Home system was analyzed, general information about the system was given, the model of the system was considered, as it is.

In Chapter 2, "Analysis and selection of the controller, sensors and the development environment", the sensors of the system state suitable for the system were analyzed, the most effective and advantageous variants were selected, the analysis was carried out, and a controller having sufficient functionality to ensure the system's operability was selected. The development environment for programming and monitoring the state of the system was chosen.

In Chapter 3, "Combining the components into a single system. Development of the circuit diagram", the description of the structural scheme of the system being developed, the development of a circuit diagram.

In Chapter 4, "Creating a Smart Home model, combining the selected controller and state sensors into a single system Smart Home", a block diagram of the program was developed for the system.

Оглавление

Введение	5
1 Состояние вопроса. Обзор системы «Умный дом»	7
2 Анализ и выбор контроллера, датчиков и среды разработки	10
2.1 Выбор аппаратной платформы для разработки системы «Умный дом»	10
2.2 Выбор среды программирования	13
2.3 Выбор компонентов для создания системы «Умный дом»	14
2.3.1 Датчик движения HC-SR501	15
2.3.2 Датчик температуры и влажности DHT11	17
2.3.3 Датчик газа MQ-2	19
2.3.4 Пьезоизлучатель звука	21
2.3.5 Модуль обнаружения воды	23
2.3.6 Дистанционного доступа в дом с помощью RC522 RFID-модуля	25
2.3.7 Плата реле	28
2.3.8 LSD1602 дисплей	30
2.3.9 Модуль питания "YwRobot"	32
2.3.10 Фоторезистор	34
3 Объединение компонентов в единую систему. Разработка принципиальной схемы	35
3.1 Структурная схема устройства «Умный дом»	36
3.2 Принципиальная электрическая схема устройства «Умный дом»	37
4 Создание макета «Умный дом»	38
Заключение	45
Список используемых источников	46

Введение

«Умный дом» — это сверхтехнологичная система, позволяющая решать определенные повседневные задачи без участия человека. Эта система совмещает все коммуникации в одну под управлением искусственного интеллекта, который программируется и настраивается под все задачи, в зависимости от потребностей пользователя.

Информационные технологии сегодня очень активно развиваются, а люди всегда стремились упростить свою бытовую жизнь. Таким образом, если совместить информационные технологии и попытку жить проще, люди пришли к созданию умных домов.

Данная технология не только позволяет сэкономить время, но и делает это не зависимо от вашего местонахождения. Например, вы хотите быть в курсе безопасности вашего дома и имущества в свое отсутствие или у вас нет возможности передвигаться, чтобы выключить или включить освещение. Для этого и нужны автоматизированные системы. Причина популяризации автоматизированных систем управления сервисными функциями жилых помещений – стремление человека к комфорту, удобству и безопасности.

«Умный дом» считается современным инструментом увеличения комфорта и уровня жизни, так как доля процессов происходит автоматически, а остальной частью можно управлять удаленно, собственно это делает ее актуальной для изучения и улучшения.

Целью бакалаврской работы является проектирование и разработка системы «Умный дом», которая позволит управлять работой объектов (освещение, климат-контроль и т.д.), с помощью подобранных датчиков, контроллера и исполнительных устройств. Так же система обладает малыми габаритами, пониженным энергопотреблением, широкой гибкостью, более низкой стоимостью при одинаковой функциональности по отношению к существующим проектам.

Для достижения поставленной цели нужно решить ряд задач: ознакомиться с существующими методами построения систем домашней автоматизации; выбрать аппаратную платформу, датчики, исполнительные устройства и программное обеспечение; разработать общую структуру системы; разработать алгоритмы управления работы объекта; разработать макет установки.

Так же созданный макет умного дома, можно использовать для развития у студентов прикладных инженерных знаний и навыков в области электроники и программирования. Благодаря тому, что макет построен на базе современных электронных модулей, то полученные знания и навыки могут быть использованы в качестве хорошей базы для дальнейшего развития, с помощью которых участники могут быть уверены в своем профессиональном будущем, так как популярность систем домашней автоматизации на рынке растет.

Особенности разработки:

- Высокий потенциал для модернизации;
- Современность и актуальность;
- Рентабельность, все составляющие системы находятся в широком доступе;
- Использование технологий в области энергосбережения, что позволяет понизить затраты на содержание жилья;
- Использование кроссплатформенных решений, которые расширяют потенциал системы: клиентские приложения для Windows, Android и iOS;

1 Состояние вопроса. Обзор системы «Умный дом».

Система «Умный дом» - продукт развития высоких технологий, способный объединить все устройства и коммуникации в единую структуру для максимально простого управления. Технология широко распространена во всём мире, в развитых странах не могут представить без этой системы свою жизнь, однако для жителей России термин «Умный дом» только начинает набирать обороты, но до сих пор остаётся малопонятным.

Существует множество причин, по которым подобные системы не находят широкого распространения, основной из них можно назвать слабое понимание сути использования технологии, приносимой ей экономии. Под всей системой умного дома следует понимать совокупность модулей необходимых для её полноценной работы. Данные модули обязаны быть связаны меж собой определённым образом, для обеспечения размерной и корректной работы всей системы.

Система состоит из отдельных элементов, среди них световые датчики движения и устройства за контролем над протечками воды. Всё более популярны становятся и другие важные элементы, среди которых разнообразные устройства для контроля за безопасностью, управления световыми приборами, системы распределения видео и звука внутри дома и за его пределами.

После её применения пользователь получает исчерпывающую информацию о доме, включая работоспособность тех или иных приборов и коммуникаций. Система может найти применение в различных областях, она в равной степени эффективна для частных строений, коттеджей, офисных помещений, многоквартирных домов. Универсальность является важнейшим преимуществом технологии.

Программное обеспечение «умного дома» позволяет держать под контролем такие системы, как климат, освещение, водоснабжение, так же регулировать параметры безопасности, не прикладывая особых усилий. В

помещении устанавливаются датчики, которые передают информацию на главный контроллер, он в свою очередь изменяет «параметры» дома в зависимости от внешних условий и задач пользователя.

К примеру, управление освещением происходит с помощью сенсоров, реагирующих на перемещение и инфракрасное излучение, если же в помещении никого нет, свет выключается. Это облегчает жизнь и экономит электроэнергию, особенно это удобно, если в доме большое количество комнат, а также, в случае, если у вас нет возможности дойти до выключателя.

Система климат контроля может изменять температуру и влажность в помещении по усмотрению пользователя. Так же данная система понадобится, когда дома никого нет, тогда во время вашего отсутствия можно будет установить экономичный режим с низкой температурой или выключить отопление вовсе. А после задать примерное время вашего возвращения или оповестить систему через интернет, тогда климат в доме вернется к привычному режиму.

В случае нежелательного проникновения система может оповестить вас по телефону или отправить запрос в охранную организацию, включить сирену или вовсе имитировать присутствие людей дома.

Когда система обладает большим функционалом и полностью обеспечивает комфорт и безопасность пользователя, это намного упрощает жизнь и экономит время, но бесконечное увеличение количества подключенных устройств, снижает скорость работы системы. На рынке домашней автоматизации огромное количество модулей, которые с каждым разом совершенствуются и для их подключения потребуется корректировать или даже менять всю систему.

Многие считают высокую стоимость системы и отдельных модулей недостатком, но это не так, ведь система позволяет намного сократить затраты на отопление и электроэнергию, обеспечивает безопасность и сохраняет наши силы и нервы.

На сегодняшний день существует множество компаний, предлагающие на рынке системы автоматизации и безопасности. Многие могут предложить стандартные решения для квартиры, дома, гаража. Некоторые готовы за более сложные объекты и разрабатывать решение с учетом всех его особенностей и возлагаемых задач. Уровень цен зависит от используемого оборудования и набора выполняемых функций. Готовые решения обычно делятся на 3 варианта:

- Эконом. Минимальный набор функций. Охранно-пожарная сигнализация, контроль температуры, контроль затопления, управление освещением.

- Стандарт. Более богатый набор функций. Охранно-пожарная сигнализация, датчики движения, контроль температуры, контроль влажности, контроль системы отопления, контроль протечки воды.

- Максимальный. Наиболее полный набор функций. Охранно-пожарная сигнализация, видеонаблюдение, датчики газа, датчики движения, управление жалюзи, управление системой теплый пол, управление вентиляцией, датчики уличной температуры и влажности контроль температуры, контроль влажности, контроль системы отопления, контроль протечки воды.

Типовые варианты не всегда удобны, потому что в зависимости от помещения могут добавляться некоторые функции. Поэтому приветствуется индивидуальный подход к каждому клиенту и проектирование системы под определенное помещение и задачи.

2 Анализ и выбор контроллера, датчиков и среды разработки

2.1 Выбор аппаратной платформы для разработки системы

«Умный дом»

Проведя анализ существующих проектов «умных домов», представленных на рынке, выявлено, что компании, занимающиеся установкой и обслуживанием систем домашней автоматизации, в основном применяют в роли центрального управляющего устройства, программируемые логические контроллеры.

В настоящее время среди программистов, инженеров, дизайнеров и людей, увлекающихся конструированием в духе «сделай сам», которые не испытывают недостатка в специальных устройствах, позволяющих оборудовать любые изделия хорошей электронной начинкой, одно из самых популярных решений такого рода платформа Arduino, оборудование которой применяется в данной квалификационной работе.

Arduino – это микроконтроллер, обладающий внушительной технической поддержкой (целое сообщество разработчиков) и имеющий сотни схем-расширений (так называемых «шилдов»).

Всемирное признание получила за счет удобства, простоты и открытой архитектуры. Очень важным преимуществом является то, что программируется она напрямую через USB. Устройства, созданные на основе Arduino, могут взаимодействовать с окружающей средой посредством различных датчиков и управлять различными устройствами, что как раз нужно для нашей системы.

Еще один приоритет этого микроконтроллера – это простота и понятность среды программирования. Работа со средой Arduino окажется несложной даже начинающим пользователям.

Дополнительное преимущество обеспечивают и микроконтроллеры, лежащие в основе Arduino – они обладают открытыми принципиальными схемами и могут быть расширены.

Лицензия Creative Commons, с которой выпускаются модульные схемы, позволяют опытным специалистам расширять и дополнять их, разрабатывая новые версии. Создание тестовых образцов доступно и для рядовых пользователей – это позволит сэкономить средства и понять принцип работы.

Из множества контроллеров Arduino, исходя из целей, был выбран контроллер Arduino UNO (рисунок 2.1).

Ряд преимуществ Arduino для реализации нашей системы:

- меньшая стоимость аппаратной платформы;
- большой выбор датчиков и различных модулей совместимых с платформой Arduino;
- большое количество доступной информации о платформе;

Arduino Uno выполнен на микроконтроллере (МК): ATmega328. Платформа имеет 14 цифровых входов/выводов, 6 аналоговых входов, 6 выводов, которые обеспечивают широко-импульсную модуляцию (ШИМ), кварцевый генератор 16 МГц, USB порт, разъем питания, разъем ICSP. Для работы нужно подключить платформу к компьютеру через USB кабель, либо подать питание с адаптера AC/DC, или внешней батареи.

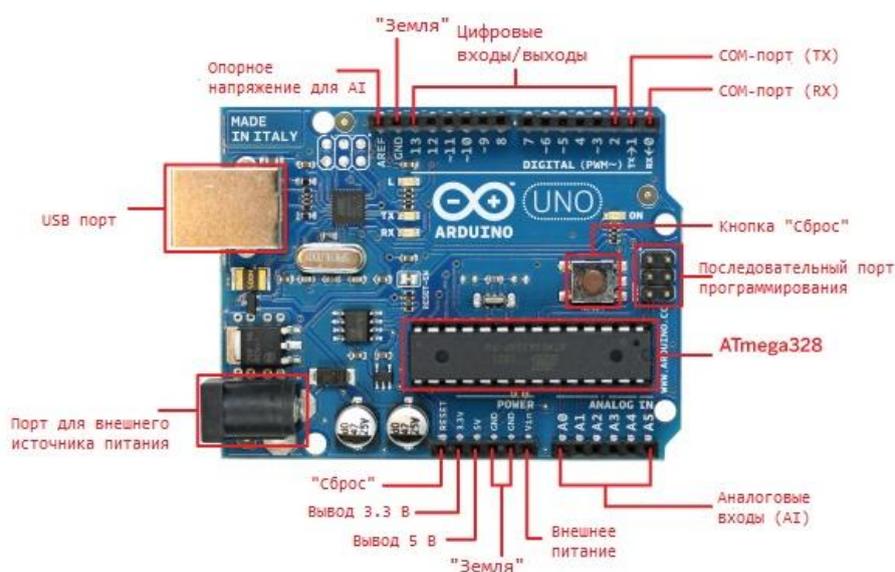


Рисунок 2.1 - Arduino UNO

Выводы питания микроконтроллера Arduino UNO:

- Порт для внешнего источника питания. Вход служит для подачи питания от внешнего источника (в отсутствие 5 В от разъема USB или другого источника питания). Напряжение питания производится через данный вывод.
- Вывод 5V. Регулируемый источник напряжения, используется для питания микроконтроллера и компонентов на плате. Питание можно подавать от вывода VIN, от разъема USB, либо другого регулируемого источника напряжения 5 В.
- Вывод 3.3V. Напряжение на выводе 3.3 В. Максимальное потребление тока 50 мА.
- Земля (GND). Выводы заземления.

Входы и Выходы:

Каждый из 14 цифровых контактов Arduino Uno работает при напряжении 5 В и имеет возможность настраиваться как вход или выход.

Некоторые выводы имеют особые функции:

Последовательная шина: 0 (RX) и 1 (TX). Используется для получения (RX) и передачи (TX) данных TTL. Данные выводы подключены к соответствующим выводам микросхемы последовательной шины FTDI USBto - TTL.

Внешнее прерывание: 2 и 3 выводы могут быть настроены для вызова прерывания либо на младшем значении, либо на переднем или заднем фронте, или при изменении значения.

ШИМ: 3, 5, 6, 9, 10, и 11, любой из этих выводов обеспечивает широтно-импульсную модуляцию — это процесс управления мощностью, подводимой к нагрузке, путём изменения скважности импульсов, при постоянной частоте.

LED: 13. Встроенный светодиод, подключенный к цифровому выводу 13, если значение на выводе имеет высокий потенциал, то светодиод горит.

В таблице представлены характеристики выбранного микроконтроллера (таблица 1).

Таблица 1 - Характеристики платформы Arduino Uno

Микроконтроллер	ATmega328
Рабочее напряжение	5 В
Входное напряжение (рекомендуемое)	7-12 В
Входное напряжение (предельное)	6-20 В
Цифровые Входы/Выходы	14 (6 из которых ШИМ)
Аналоговые входы	6
Постоянный ток через вход/выход	40 мА
Постоянный ток для вывода 3.3 В	50 мА
EEPROM	1 Кб
Тактовая частота	16 МГц
Флеш - память	32 Кб, при этом 0.5 Кб используются для загрузчика

2.2 Выбор среды программирования

В качестве программной среды разработки для платформы Arduino применяется среда Arduino IDE.

Arduino IDE - среда с собственным языком программирования разработанная компанией Arduino Software для программирования микроконтроллеров на платформе Arduino собственного производства, язык программирования Ардуино основан на C/C ++, и предоставляет возможность использования всех его функций, однако у него присутствует ряд особенностей, благодаря которым новым пользователям окажется проще добиться своих первых результатов.

Программирование в среде Arduino IDE осуществляется через родную

оболочку, которую можно скачать на портале Arduino.

Она включает в себя следующие элементы:

- редактор;
- препроцессор;
- компилятор;
- менеджер проектов.

Рассматриваемое ПО имеет открытый исходный код и возможность расширения, что позволяет пользователям дополнять его.

Программные средства, разработанные программистом Ардуино, носят название набросков ("скетчи"). Эти наброски имеют расширение. `.ino`. Компиляции предшествует их обработка препроцессором Arduino. Можно также создавать и использовать в проекте стандартные файлы C++ и для дополнения могут быть использованы библиотеки C++. Те, кому необходимо разобраться в технических аспектах, могут перейти на язык AVR-C, на котором основан C++. Это означает возможность добавления кода из среды AVR-C в ПО Arduino.

Помимо этого, она содержит средства, позволяющие загружать программу в микроконтроллер. Она совместима с операционными системами Windows, Linux и Mac OS X, тогда как большая часть микроконтроллеров могут работать лишь с Windows.

2.3 Выбор компонентов для создания системы «Умный дом»

Для создания системы умный дом, произведем анализ всех необходимых компонентов для реализации системы.

В большинстве своём каждый датчик совместимый с аппаратной платформой Arduino имеет собственные библиотеки для более комфортного программирования работы самого датчика, что облегчает задачу. Посредством разработанных библиотек для каждого датчика в программном коде, происходит опрос статуса работы датчика и считывания информации с него. Считанные данные записываются.

2.3.1 Датчик движения HC-SR501

Модуль HC-SR501 представляет из себя датчик движения (рисунок 2.2.). При нахождении человека в зоне обзора датчика фиксируется присутствие. Принцип работы модуля HC-SR501 заключается в фиксации инфракрасного излучения от подвижного объекта. Он состоит из двух элементов, заключенных в одном корпусе. Чувствительный элемент прикрыт белым куполом – линзой Френеля. Особенности линзы Френеля таковы, что инфракрасное излучение от подвижного объекта попадает в начале на один элемент датчика, вслед на другой. Электроника модуля HC-SR501 регистрирует поочередное поступление сигналов от двух составляющих и при фиксации перемещения выходная цепь модуля формирует логический сигнал.

Сам датчик имеет два слота. Каждый слот выполнен из специального материала, чувствительного к инфракрасным излучениям. Когда проходит теплое тело, подобное человеку или животному, оно сначала перехватывает одну половину датчика, что вызывает положительное дифференциальное изменение между двумя половинами. Когда теплое тело покидает зону восприятия, происходит обратное, в результате чего датчик генерирует отрицательный дифференциальный обмен.

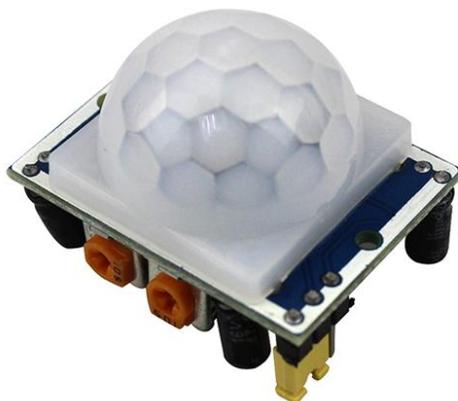


Рис. 2.2 - HC-SR501

Технические характеристики:

- Напряжение питания модуля 4,5 – 20 В
- Дальность обнаружения 3-7 м
- Угол обнаружения 110-140 °
- Время задержки срабатывания 5-300 с
- Рабочая температура: -20 - 80 ° С

Модуль имеет два переменных резистора и переключку для настройки режима.

Режимы работы:

– В режиме L выход переключается в высокое состояние при первой регистрации ИК-излучения от перемещающегося объекта. Высокое состояние выхода остается во время работы таймера, которое установлено резистором. В это время датчик не откликается на иные действия. В случае если во время работы таймера мимо датчика перемещается большое количество людей или всего один, то сигнал на выходе будет снят по истечению временной задержки, создаваемой таймером после фиксации первого объекта. Данный режим удобен для подачи сигнала тревоги на систему оповещения.

– В режиме H любой перемещающийся объект перезапускает таймер. Это означает, что при первом зафиксированном объекте на выходе датчика присутствия HC-SR501 формируется высокий уровень и поддерживается, пока регистрируется присутствие людей в зоне обнаружения.

При помощи двух переменных сопротивлений потенциометр Sx регулирует чувствительность прибора, изменение дистанции объекта от 3 до 7 метров. Потенциометр Tx регулирует время срабатывания от 3 секунд до 5 минут, если датчик обнаружил движение, он генерирует на выходе положительный импульс.

Назначение выводов:

- OUT – выходной сигнал
- GND – земля
- VCC – питание

Подключение датчика показано в таблице 2.

Таблица 2 - Подключение датчика HC-SR501 к Arduino Uno

HC-SR501	Arduino Uno
GND	GND
VCC	5V
OUT	A1

Схема подключения HC-SR501 показана на рисунке 2.3

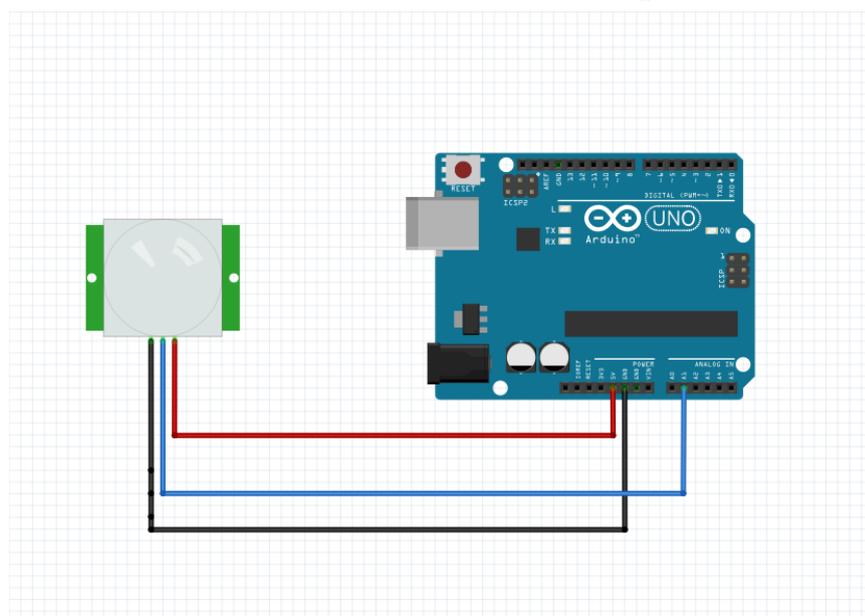


Рисунок 2.3– Подключение HC-SR501 к Arduino Uno

2.3.2 Датчик температуры и влажности DHT11

DHT11 является составным датчиком температуры и влажности воздуха. Состоит из двух основных частей: емкостный датчик влажности и термистор. В корпусе датчика установлен чип, который преобразует аналоговый сигнал в цифровой. Имеет невысокую стоимость, но не отличается быстродействием и точностью измерений.

Области применения: отопление, вентиляция, кондиционирование, испытательное и контрольное оборудование, товары народного потребления, автомобильные, автоматические контроллеры, регистраторы данных, метеостанция.

Датчик DHT11 показан на рисунке 2.4.

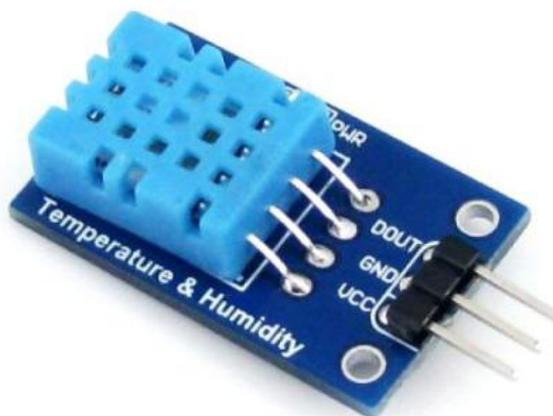


Рис.2.4 - DHT11

Технические характеристики:

- Напряжение питания 3-5 В
- Диапазон температур 0-50 °С
- Диапазон влажности 20-90 %
- Погрешность температуры ± 2 °С
- Погрешность влажности ± 5 %
- Минимальное время между считываниями показаний: 2 сек

Назначение выводов:

- DOUT – вывод данных
- GND - земля
- VCC – питание датчика

Подключение датчика показано в таблице 2.3

Таблица 3 - Подключение датчика DHT11 к Arduino Uno

DHT11	Arduino Uno
VCC	VCC (3.3 - 5.5V)
GND	GND
S	A0

Схема подключения DHT11 показана на рисунке 2.5.

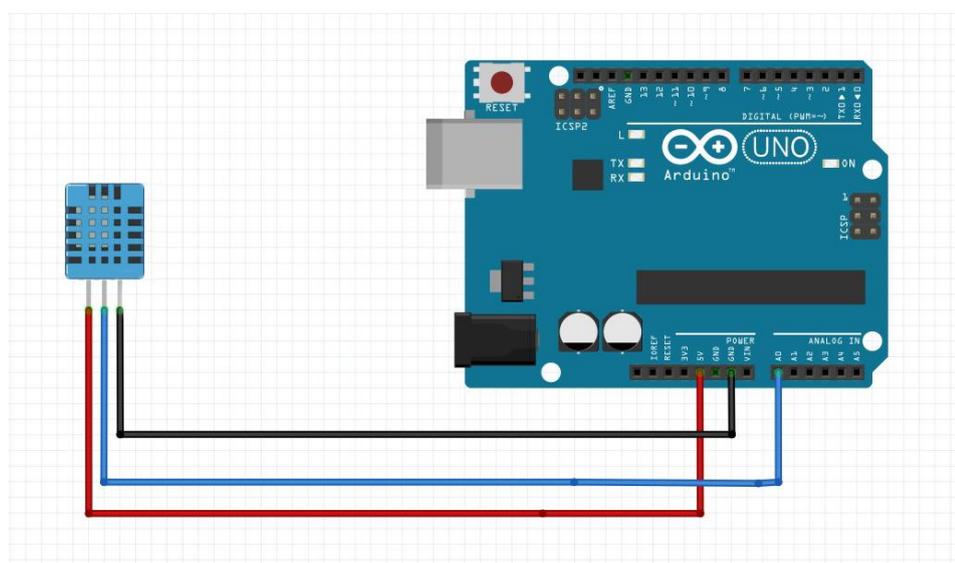


Рисунок 2.5 – Подключение DHT11 к Arduino Uno

2.3.3 Датчик газа MQ-2

Данный датчик (рисунок 2.6) построен на основе газоанализатора MQ-2, который позволяет обнаруживать в воздухе углеводородные газы (пропан, метан, н-бутан), дым (взвешенные частицы – результат горения) и водород. Датчик может быть использован как в промышленных, предприятиях, так и в домашних условиях для выявления утечек газа или задымления с целью предотвращения пагубных последствий.

Он имеет четыре внешних порта, двое из которых земля (GND) и питание (VCC), используемые для запитывания датчика, остальные же два формируют аналоговый (AO) или цифровой (DO) сигналы. В зависимости от потребностей пользователя, эти порты могут использоваться одновременно или

по- отдельности. Например, в проекте использовался только аналоговый выход, так как цель состоит в том, чтобы не допустить превышения концентрации углеводородных газов предельной отметки, необходимо использовать аналоговый выход, так как он формирует сигнал, пропорциональный к количеству газа, к которым восприимчив газоанализатор. Чувствительность можно регулировать с помощью потенциометра, расположенного на плате датчика.



Рисунок 2.6- MQ-2

Технические характеристики:

- Напряжение питания 3.3-5 В
- Ток питания 160 мА
- Рабочая температура: 0 ... +50 °С

Назначение выводов:

– D0 – цифровой выход. На нем появляется сигнал логического нуля при достижении определенного уровня. Уровень срабатывания, а значит и уровень чувствительности датчика устанавливается переменным резистором.

– A0 – аналоговый сигнал, изменяющийся пропорционально уровню количества газов в воздухе.

- GND – земля.
- VCC – питание датчика

Подключение датчика показано в таблице 2.3.

Таблица 4 - Подключение датчика MQ-2 к Arduino Uno

MQ-2	Arduino Uno
GND	GND
VCC	5V
Dout	A2

Схема подключения MQ-2 показана на рисунке 2.7.

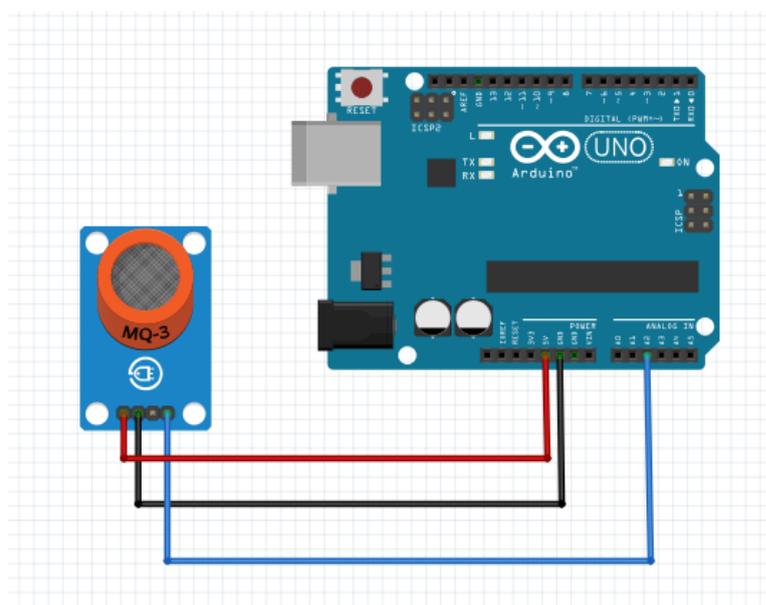


Рисунок 2.7 – Подключение MQ-2 к Arduino Uno

Примечание: на рисунке изображена более новая версия датчика, т.к в программе для построения схем, отсутствует выбранный датчик MQ-2, но подключение остается абсолютно таким же.

2.3.4 Пьезоизлучатель звука

Данный модуль представляет собой источник звука – активный зуммер, который, в отличие от пассивного, способен выводить более громкий звук.

Они широко используются в компьютерах, принтерах, копировальных аппаратах, тревогах, электронных игрушках, автомобильных электронных устройствах, телефонах, таймерах и других электронных продуктах для голосовых устройств. Бывают два вида зуммеров: активные и пассивные.

Разница между ними заключается в том, что активный зуммер имеет встроенный осциллирующий источник, поэтому он будет генерировать звук при электрификации. Пассивный зуммер не имеет такого источника, поэтому он не будет чирикать, если используются сигналы постоянного тока. Активный зуммер немного дороже, чем пассивный, из-за множества встроенных колеблющихся цепей.

В данной работе его роль – это оповещение пользователя о затоплении и задымления охраняемой области, а также он используется в качестве дверного звонка в нашей модели умного дома.

Для обеспечения работоспособности необходимо его подключить к цифровому входу и заземлить, в зависимости от частоты цифрового сигнала, полученного на вход, издается звук.

Пьезоизлучатель звука изображен на рисунке 2.8.



Рисунок 2.8 – Зуммер

Технические характеристики:

- Рабочее напряжение: от 3,3 В до 5 В;
- Номинальное потребление тока: 5 мА;
- Интенсивность: ≥ 80 дБ;
- Номинальная частота: 4000 ± 500 Гц;
- Рабочий диапазон температур: от -20 °С до $+85$ °С;
- Емкость: 15 нФ;

Пьезоизлучатель звука имеет 2 контакта:

- Out – сигнал.
- GND – земля.

Схема подключения зуммера показана на рисунке 2.9

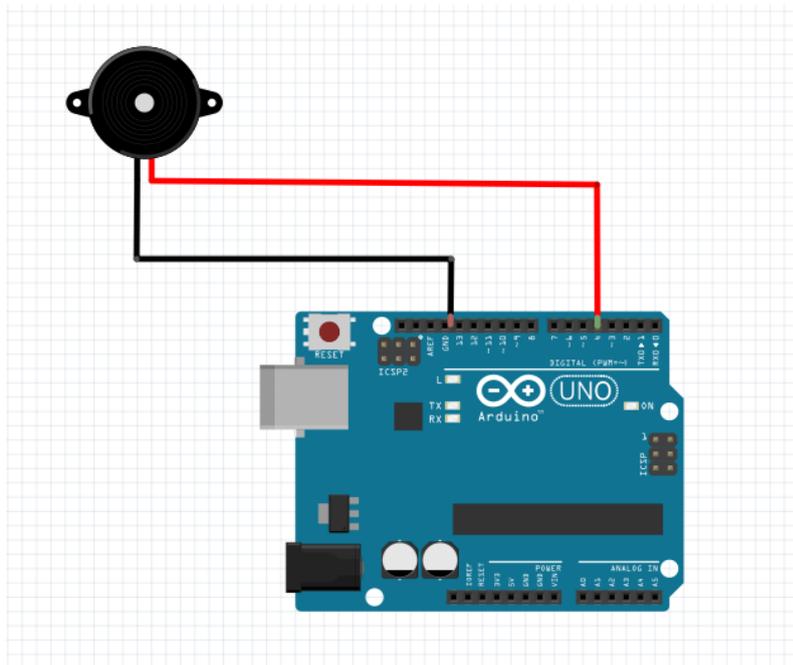


Рисунок 2.9 – Подключение зуммера к Arduino Uno

Подключение показано в таблице 5.

Таблица 5 - Подключение пьезоизлучателя звука к Arduino Uno

BUZZER	Arduino UNO
GND	GND
Out	D4

2.3.5 Модуль обнаружения воды

Модуль водяного датчика предназначен для определения уровня воды в различных емкостях, где недоступен визуальный контроль, с целью предупреждения о перенаполнении емкости водой через критическую отметку. Так же датчик способен обнаружить воду в почве, замерить уровень воды в емкости и обнаружить капли воды на самом датчике.

Датчик обнаружения воды показан на рисунке 2.10:

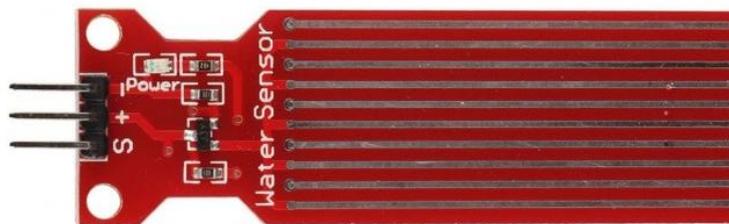


Рисунок 2.10 – Water Sensor

Назначение контактов:

- ПЛЮС - питание датчика;
- МИНУС - земля;
- S — аналоговое значение.

Технические характеристики:

- Напряжение питания 5В
- Диапазон температур 10-30 °С
- Ток потребления 20 мА

Подключение показано в таблице 6.

Таблица 6 - Подключение Water Sensor к Arduino Uno

Water Sensor	Arduino UNO
+	5В
-	GND
S	A3

Схема подключения датчика контроля воды показана на рисунке 2.11

Датчик имеет красный светодиод, сигнализирующих о наличие поступающего на датчик питания

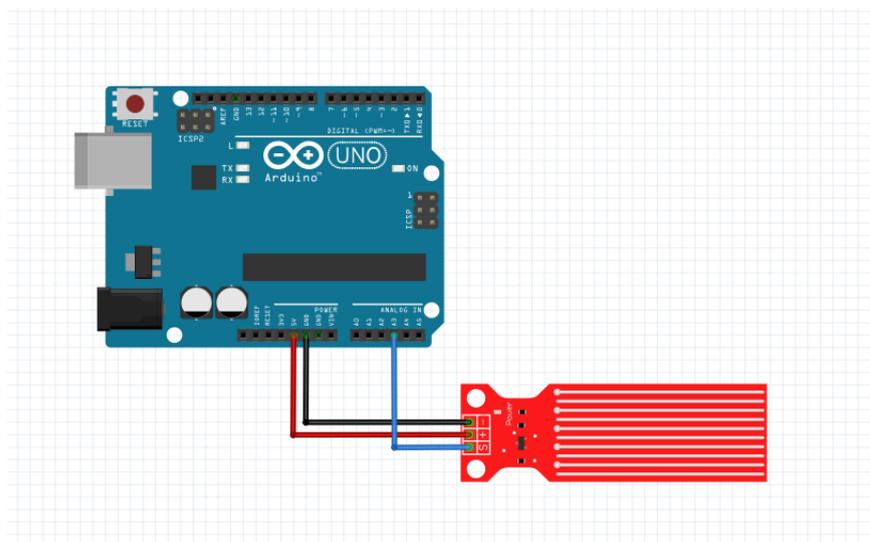


Рисунок 2.11 – Подключение Water Sensor к Arduino Uno

2.3.6 Доступа в дом с помощью RC522 RFID-модуля

Один из важнейших вопросов при создании умного дома – безопасность. Рассмотрим организацию доступа по технологии RFID с помощью специальных карт доступа. RFID – это сокращение от "Radio Frequency IDentification" и переводится как «радиочастотная идентификация». RFID – это разработка автоматической бесконтактной идентификации объектов при поддержке радиочастотного канала связи.

Любая RFID-система состоит из:

- RFID-метки;
- считывателя информации (RFID-ридера);
- микроконтроллера или ПК для дальнейшей обработки информации.

Идентификация объектов выполняется по уникальному цифровому коду, который считывается из памяти электронной метки, прикрепляемой к объекту идентификации. Считыватель имеет в своем составе передатчик и антенну, после посылает электромагнитные сигналы определенной частоты. RFID-метки «отвечают» собственным сигналом, который содержит информацию об идентификационном номере данной метки и данные об объекте, оснащенный данной меткой.

Используемый RFID-модуль RC522 и RFID-метки показаны на рисунке 2.12.

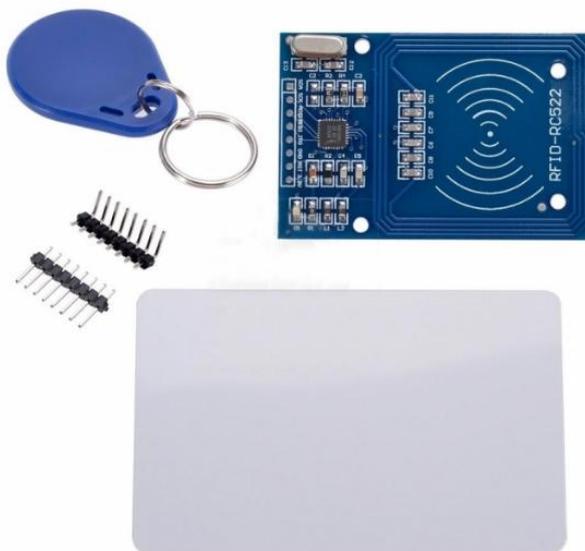


Рисунок 2.12 - RFID-модуль RC522 и RFID-метки

RFID-модуль RC522 общается с микроконтроллером через интерфейс SPI. SPI (англ. Serial Peripheral Interface) — это последовательный периферийный интерфейс, служит для связи датчика и микроконтроллера.

В отличие от обычного последовательного порта SPI считается синхронным интерфейсом, в котором каждая передача синхронизирована с единым тактовым сигналом, генерируемым основным устройством (процессором). Принимающая (ведомая) периферия синхронизирует получение битовой очередности с тактовым сигналом. К одному последовательному периферийному интерфейсу основного устройства-микросхемы можно присоединить несколько микросхем.

Назначение выводов:

- SDA (Slave Select) — выбор ведомого SPI;
- SCK (Serial Clock) — последовательный тактовый сигнал, Служит для передачи тактового сигнала для ведомых устройств;
- MOSI (Master Output Slave Input) — служит для передачи данных от ведущего устройства к ведомому;

- MISO (Master Input Slave Output) — служит для передачи данных от ведомого к ведущему;
- IRQ — линия прерываний;
- GND - земля;
- VCC – питание датчика, необходимо 3.3V;

Подключение датчика показано в таблице 7.

Таблица 7 - Подключение датчика RC522 к Arduino Uno

RC522	Arduino Uno
SDA	10
SCK	13
MOSI	11
MISO	12
GND	GND
RST	9
3.3V	3.3V

Основные характеристики:

- напряжение питания: 3.3 V;
- потребляемый ток: 13–26 mA;
- рабочая частота: 13.56 MHz;
- дальность считывания: 0 - 50 мм;
- интерфейс: SPI, максимальная скорость передачи 10 МБит/с;
- размер: 40 мм × 60 мм;
- чтение и запись RFID-меток.

При определении RFID-считывателем карты из списка мы можем отправить сигнал на открытие дверей (например, на электромеханический замок, подключенный через реле, но в нашем случае отправляем сигнал на сервопривод, который открывает щеколду входной двери).

Подключение сервопривода показано в таблице 8.

Таблица 8 - Подключение сервопривода к Arduino Uno

Сервопривод	Arduino Uno
Красный	5B
Коричневый	D6
Оранжевый	GND

Схема подключения модуля и сервопривода к плате Arduino показана на рис. 2.13.

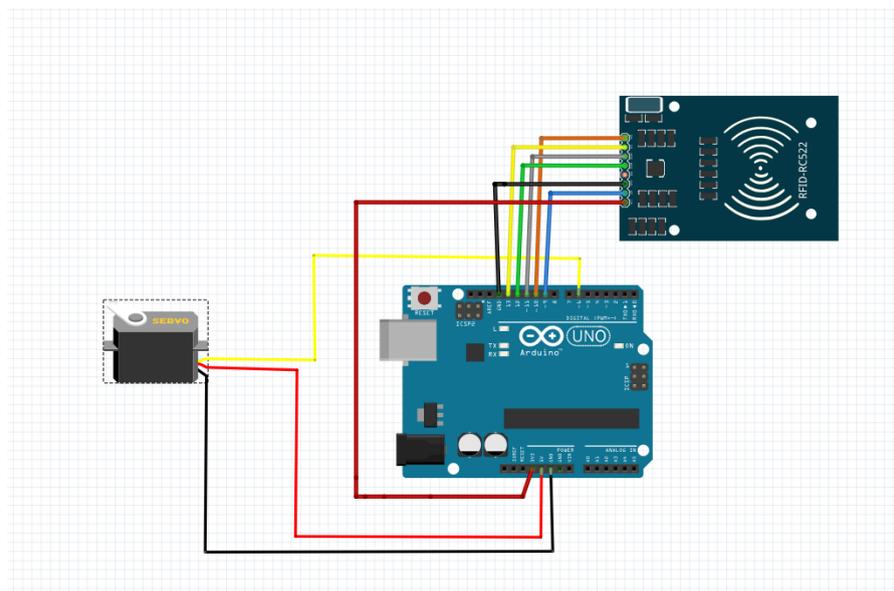


Рисунок 2.13 – Подключение RC522 к Arduino Uno

2.3.7 Плата реле

Реле представляет собой электрический выключатель. Многие реле используют электромагнит для механического управления переключателем, но другие принципы работы также используются, как и в твердотельных реле. Реле используются там, где необходимо управлять цепью сигналом низкой мощности (с полной электрической развязкой между управляющими и управляемыми цепями) или где несколько цепей должны управляться одним сигналом.

Первые реле использовались в магистральных телеграфных схемах в качестве усилителей. Они повторяли сигналы, поступающие из одной цепи, и

повторно передавали его на другой контур. Реле, которое может обрабатывать высокую мощность, необходимую для прямого управления электродвигателем или другими нагрузками, называют контактором. Твердотельные реле управляют цепями питания без движущихся частей, вместо этого используют полупроводниковое устройство для переключения. Реле с откалиброванными рабочими характеристиками и иногда несколькими рабочими катушками используются для защиты электрических цепей от перегрузки или сбоев. В современных системах электроснабжения эти функции выполняются цифровыми приборами, называемыми «защитными реле». Ниже приведена схема управления реле с помощью Arduino (рисунок 2.15).

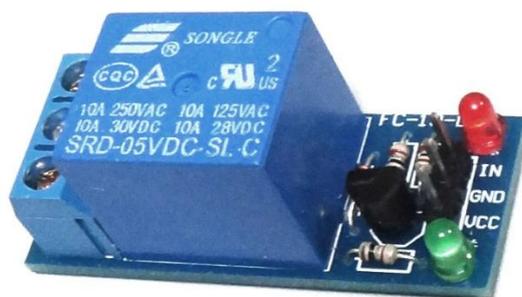


Рисунок 2.14 – Модуль реле

Плата реле имеет 3 контакта:

- IN – Вывод входного сигнала.
- GND – земля.
- VCC – питание.

Подключение платы показано в таблице 9.

Таблица 9 - Подключение платы реле к Arduino Uno

Реле	Arduino Uno
GND	GND
VCC	+5V
IN	D3

Схема подключения платы реле показана на рисунке 2.15

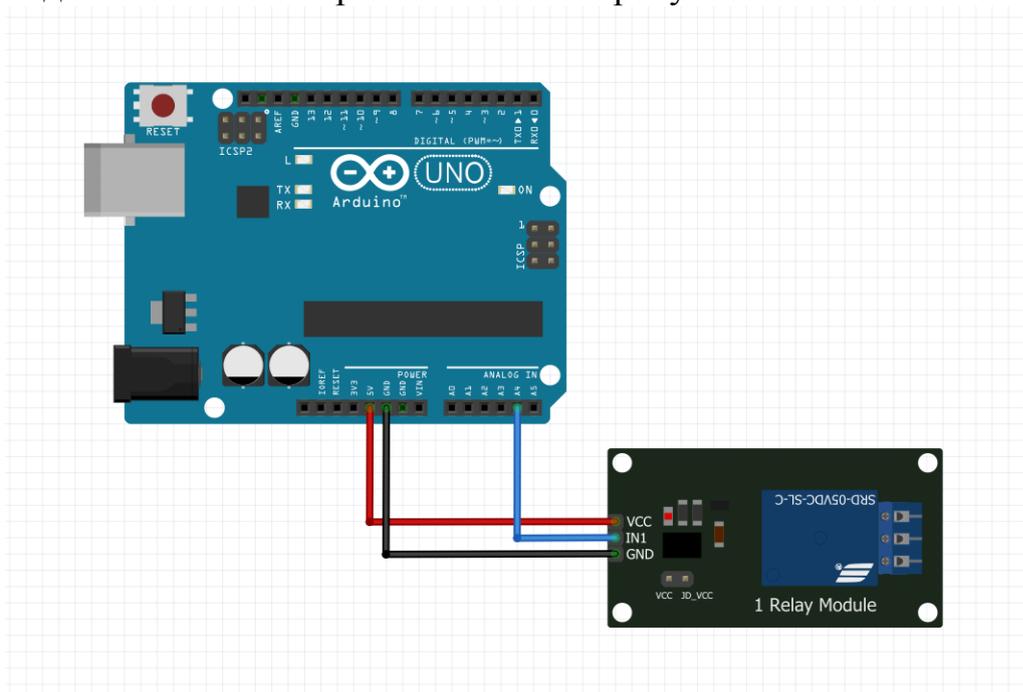


Рисунок 2.15 - Подключение платы реле к Arduino Uno

2.3.8 LSD1602 дисплей

Символьный дисплей, который имеет синхронный параллельный 8-битный интерфейс, подключённый к конвертеру для преобразования параллельного интерфейса дисплея в шину I2C по которой он и подключается к Arduino. Наличие конвертера облегчает подключение дисплея к Arduino, т.к. шина I2C использует всего 2 вывода для передачи данных и 2 вывода питания. Дисплей оснащён светодиодной подсветкой синего цвета. Дисплей способен одновременно отображать до 32 символов (16 столбцов, 02 строки) от чего и произошло название дисплея: LCD1602 (рис.2.16). Контроллер HD44780 имеет ПЗУ в которой хранятся цифры, символы латиницы и некоторые иероглифы японского языка, для их отображения на дисплее. Отсутствующие символы, в т.ч. и символы кириллицы, можно загружать в память ОЗУ контроллера, для вывода на дисплей надписей на Русском языке или нестандартных символов (например «смайликов»).



Рисунок 2.16 – LSD1602 с шиной I2C

Подключение платы показано в таблице 10.

Таблица 10 - Подключение платы реле к Arduino Uno

LSD1602	Arduino Uno
GND	GND
VCC	+5V
SDA	A4
SCL	A5

Схема подключения LSD1602 показана на 2.17.

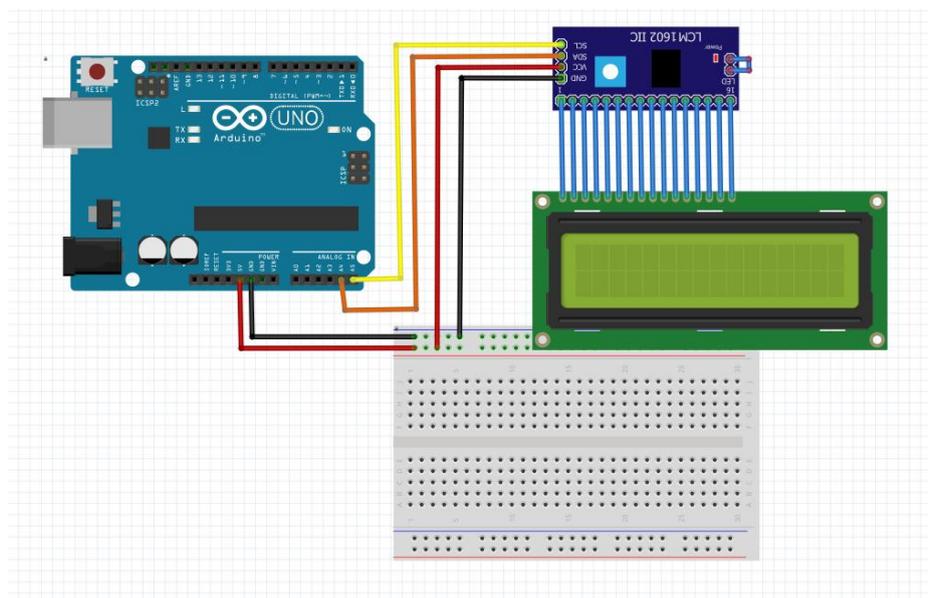


Рисунок 2.17 - Подключение LSD1602 к I2C и Arduino Uno

2.3.9 Модуль питания "YwRobot"

Модуль питания для макетной платы без пайки позволит быстро и просто получить питание для проектируемой схемы, так же через него можно подать 9 В для работы светодиодной ленты, что намного упростит задачу.

Технические характеристики:

- Входное напряжение 6.5В-12В
- Выходное напряжение 3.3-5В
- Номинальное потребление тока 700мА



Рисунок 2.18 – YwRobot

Выход левого и правого напряжения можно настроить независимо. Чтобы выбрать выходное напряжение, нужно переместить перемычку на соответствующие контакты.

Находящиеся в нем стабилизаторы имеют защиту от короткого замыкания на выходе и от перегрева. Индикатором срабатывания защиты может служить погасание зеленого светодиода.

Так же через правый разъем можно подать питание на плату Arduino Uno, что так же очень удобно.

Принципиальная схема модуля представлена на рисунке 2.19

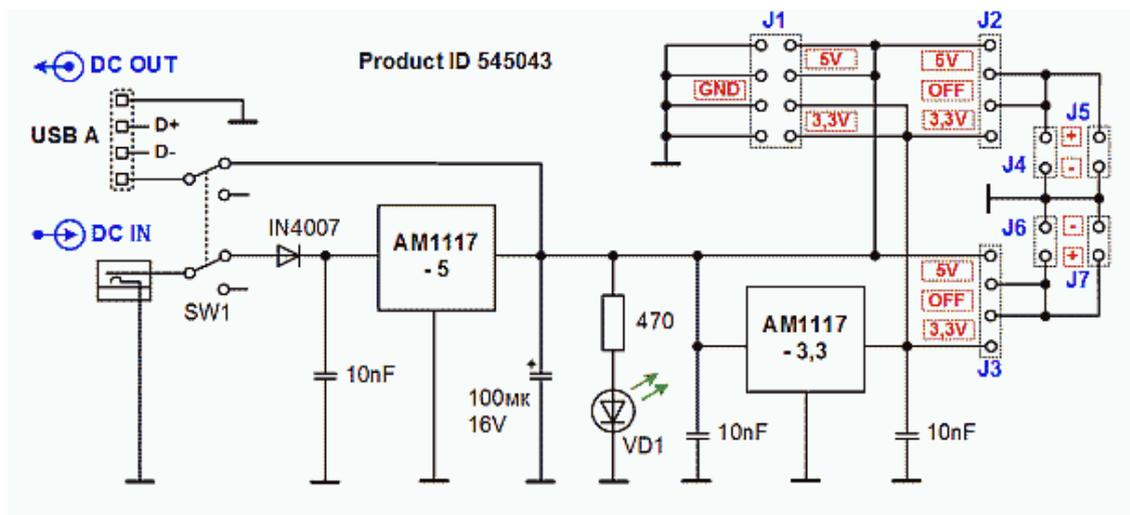


Рисунок 2.19 - Схема электрическая принципиальная модуля питания "YwRobot"

DS IN - Входное напряжение (6.5В-12В); SW1 - Выключатель напряжения питания; VD1 - Индикатор наличия напряжения; Дополнительный разъем J1 для питания внешних устройств (3.3/5В); Селекторы выбора напряжения J2, J3 на шинах макетной платы J4, J5 и J6, J7; Выходной USB разъем (DC OUT, Type A), для питания внешнего устройства (5В).

При установке на макетную плату нужно правильно выровнять модуль на макете (рисунок 2.20). Отрицательный вывод (-) на модуле выравняется по синей линии (-), а положительный контакт (+) выравняется красной линией (+) на макете. Несоблюдение этого требования может привести к непреднамеренному обратному движению мощности.

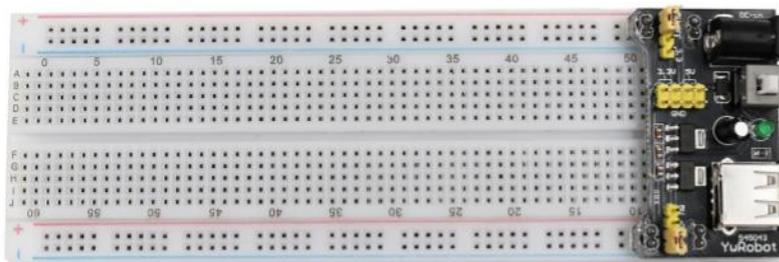


Рисунок 2.20 – Установка YwRobot на макетную плату

2.3.10 Фоторезистор

Фоторезистор (или LDR, Light Depender Resistor) — компонент, который меняет свое сопротивление в зависимости от количества падающего на него света. В полной темноте он имеет максимальное сопротивление в сотни кОм, а по мере роста освещённости сопротивление уменьшается до десятков кОм.



2.21 – Фоторезистор

Принцип работы достаточно прост, как только освещенность в помещении или на улице становится низкой, которую фиксирует фоторезистор – включается освещение, т.е. светодиод.

Схема подключения фоторезистора показана на 2.22

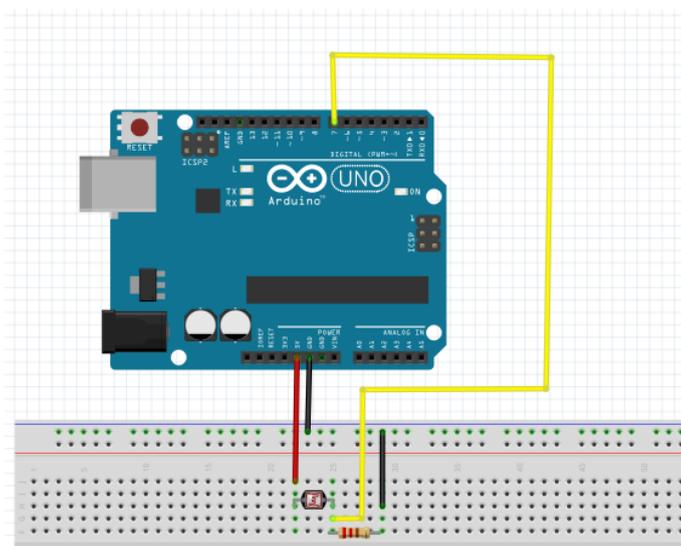


Рисунок 2.22 – Подключение фоторезистора к макетной плате и Arduino Uno

3 Объединение компонентов в единую систему. Разработка принципиальной схемы.

После выбора микроконтроллера и остальных необходимых компонентов, можно объединить их в единую систему «Умный дом». Объединение компонентов показано на рисунке 3.

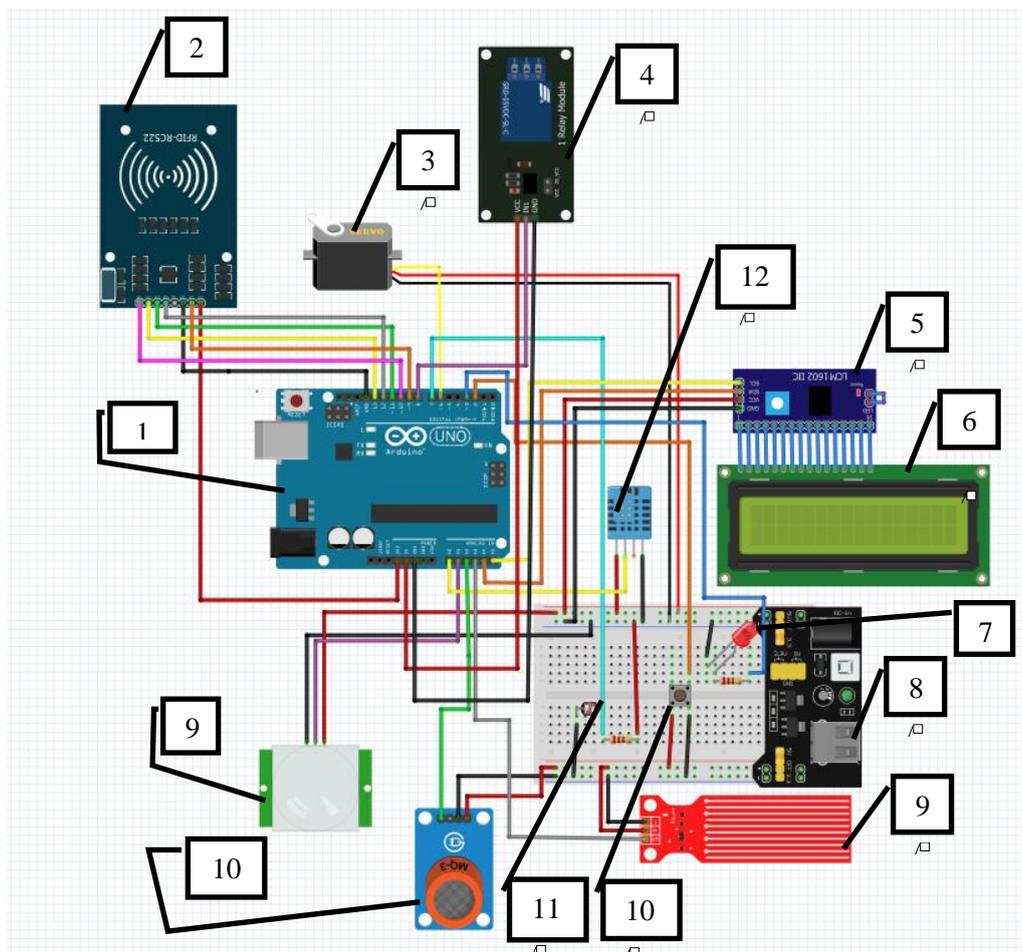


Рисунок 3 – Объединение компонентов в единую систему.

- 1 Микроконтроллер Arduino Uno;
- 2 Rfid модуль, предоставляет доступ в дом, через rfit метки;
- 3 Сервопривод, автоматическое открывание двери;
- 4 Плата реле, с помощью нее происходит включение выключение светодиодной ленты;
- 5 Шина I2C, предназначена для подключения LSD1602 дисплея, через нее так же можно настраивать яркость подсветки;

- 6 LSD1602 дисплей, предназначен для вывода информации состояния системы;
- 7 Светодиод, предназначен для оповещения пользователя о нарушении системы и для освещения в темное время суток;
- 8 Модуль питания YwRobot, падает питание на макетную плату и контроллер, макетная плата в свою очередь питает датчики;
- 9 Модуль обнаружения воды, в случае нежелательного затопления оповещает пользователя;
- 10 Кнопка, выступает в роли дверного замка и замыкания системы;
- 11 Фоторезистор, с его помощью, светодиод светит в темное время суток;
- 12 Датчик температуры и влажности.

3.1 Структурная схема устройства «Умный дом»

Для управления каждой системой выделено по одному разъему на микроконтроллере Arduino Uno. Суть заключается в том, что на выход подается сигнал, который будет распознан той или иной системой, как сигнал к включению, а если же сигнал на выходе будет отсутствовать, то система будет выключена

Исходя из изученных материалов была разработана структурная схема. В нее входят несколько функциональных узлов:

- Микроконтроллер, он является важным элементом системы.
- Датчики контроля системы.
- Блок питания, преобразует и стабилизирует внешнее питание до требуемых микросхемами уровней.
- Модуль питания YwRobot, с его помощью подаем напряжение на макетную плату и светодиодную ленту.

Структурная схема разработана в системе автоматизированного проектирования КОМПАС-3D v.17 показана на рисунке 3.1.

На рисунке 3.1 показана структурная схема системы «Умный дом».

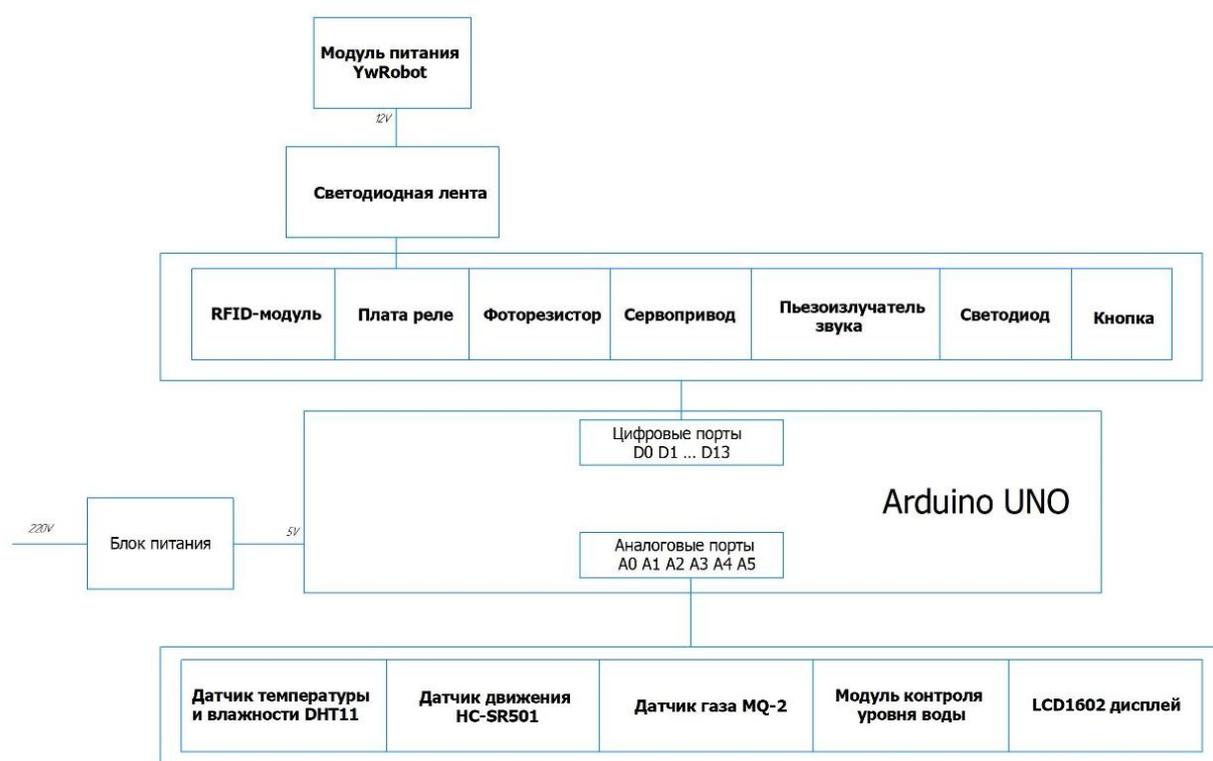


Рисунок 3.1 – Структурная схема системы «Умный дом».

3.2 Принципиальная электрическая схема устройства «Умный дом»

Принципиальная электрическая схема – документ, который определяет весь состав элементов и взаимосвязи между ними. Схема необходима для изучения принципов работы системы, а также ее наладки, контроля и ремонта. Схема электрическая принципиальная выполнена на основе структурной схемы в программе КОМПАС-3D.

Схема электрическая принципиальная для «Системы «Умный дом»» показана на рисунке 3.2.

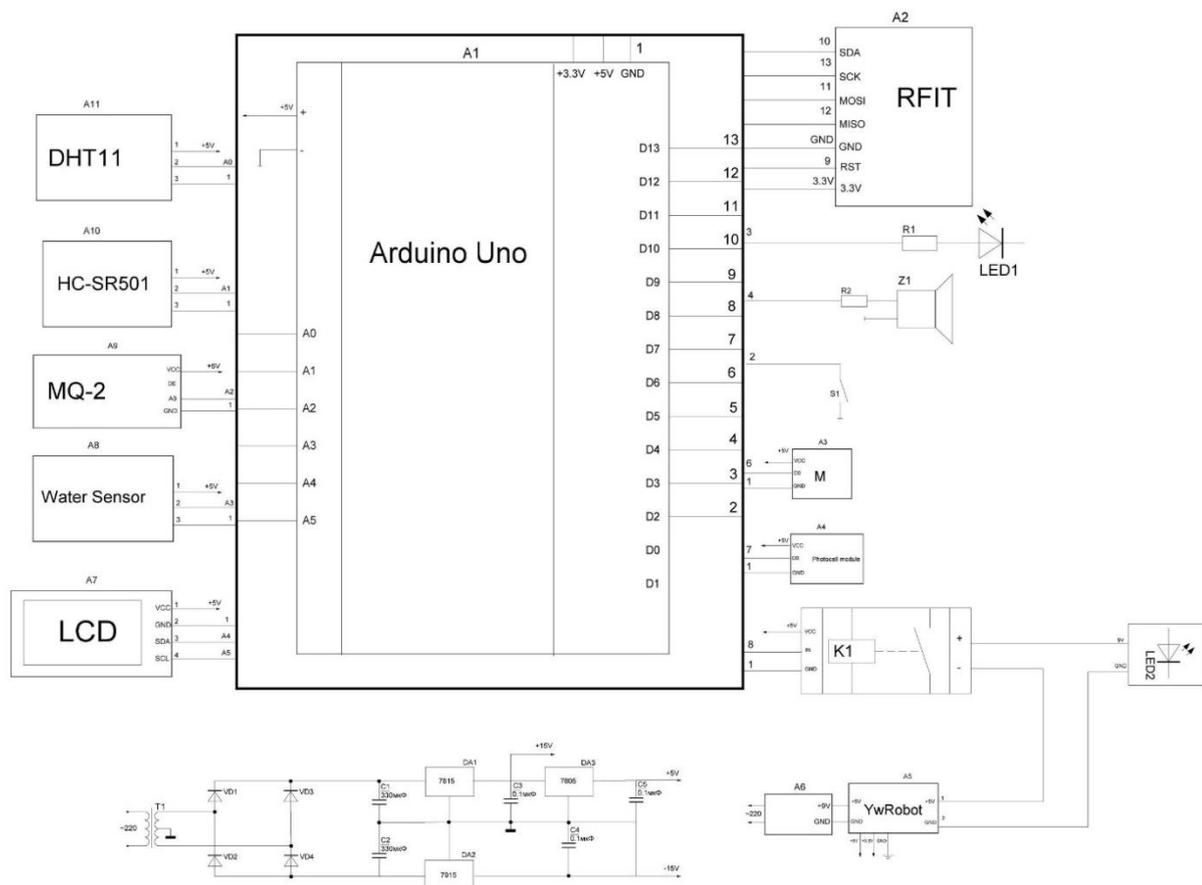


Рисунок 3.2 – Принципиальная электрическая схема

Перечень элементов необходим для записи данных об элементах и устройствах, изображенных на схеме, находится в приложении.

4 Создание макета «Умный дом»

Разработка системы Умный дом проходила в несколько этапов:

- Изучение отдельных частей, из которых будет состоять модель умного дома.
- Объединение компонентов в единую систему

В разработке системы применялись электронные компоненты и программное обеспечение:

- Микроконтроллер Arduino UNO
- Макетная плата
- Комбинированный датчик газа MQ-2
- Датчик температуры и влажности DHT-11

- RC522 RFID модуль и RFID метки
- Сервопривод
- Плата реле
- LSD1602 дисплей
- Датчик движения HC-SR501
- Датчик контроля уровня воды Water Sensor
- Пьезоизлучатель звука
- Кнопка
- Фоторезистор
- Светодиод
- Светодиодная лента
- Соединительные провода
- Среда разработки Arduino

Функции системы:

- обеспечение защиты и комфортных условий жилого помещения путем обнаружения различных факторов посредством сбора и анализа информации с датчиков.
- автоматизация освещения
- оповещение пользователя о опасности

Расположение компонентов в прототипе умного дома представлено на макете (рисунок 4).

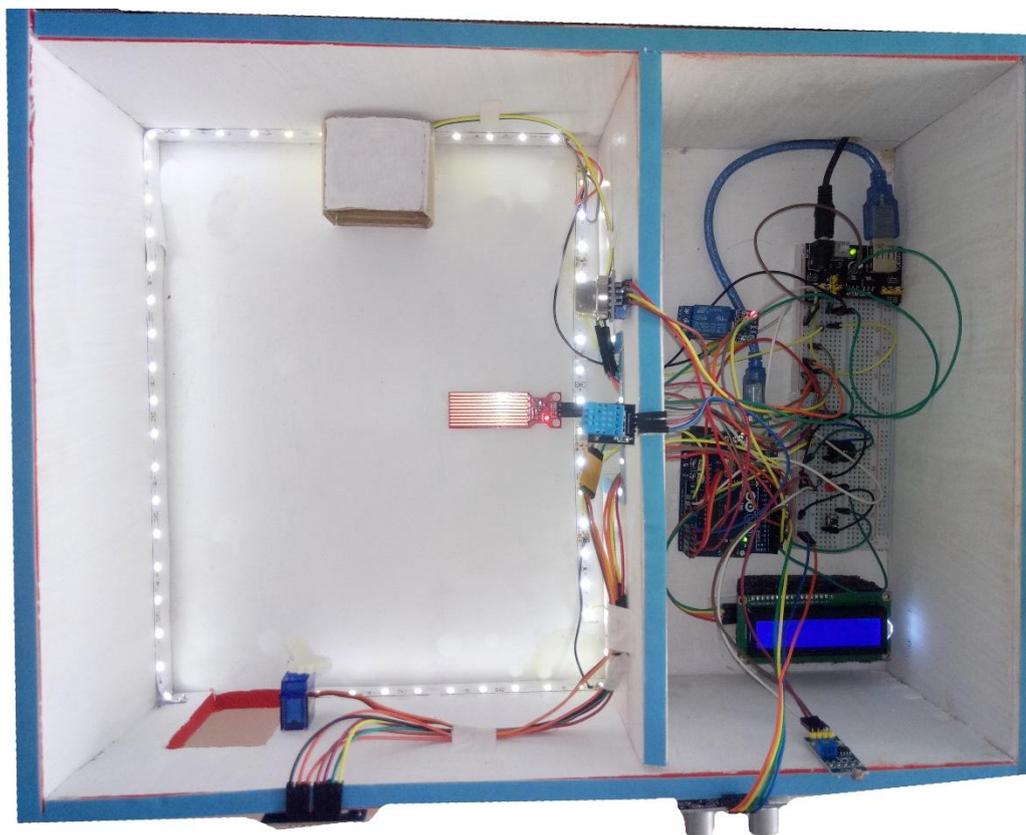


Рисунок 4 – Расположение компонентов в модели умного дома

Следует обратить внимание на способ установки компонентов и на место их расположения в доме.

Для освещения подступов или дверного замка в темное время может использоваться какой-нибудь популярный осветительный прибор, в нашей модели эту роль выполняет светодиод, который в темное время загорается автоматически, так как связан с фоторезистором.

В модели автоматизируются такие системы, как автоматическое управление освещением, автоматическое открывание двери при считывании пользовательской метки с rfid модуля, снятие таких показаний, как температура и влажность и вывод их на дисплей, оповещение пользователя о затоплении или утечке газа.

Для написания программы нужно установить принцип работы всей системы.

Принцип работы системы показан в виде блок-схемы (рисунок 4.1).

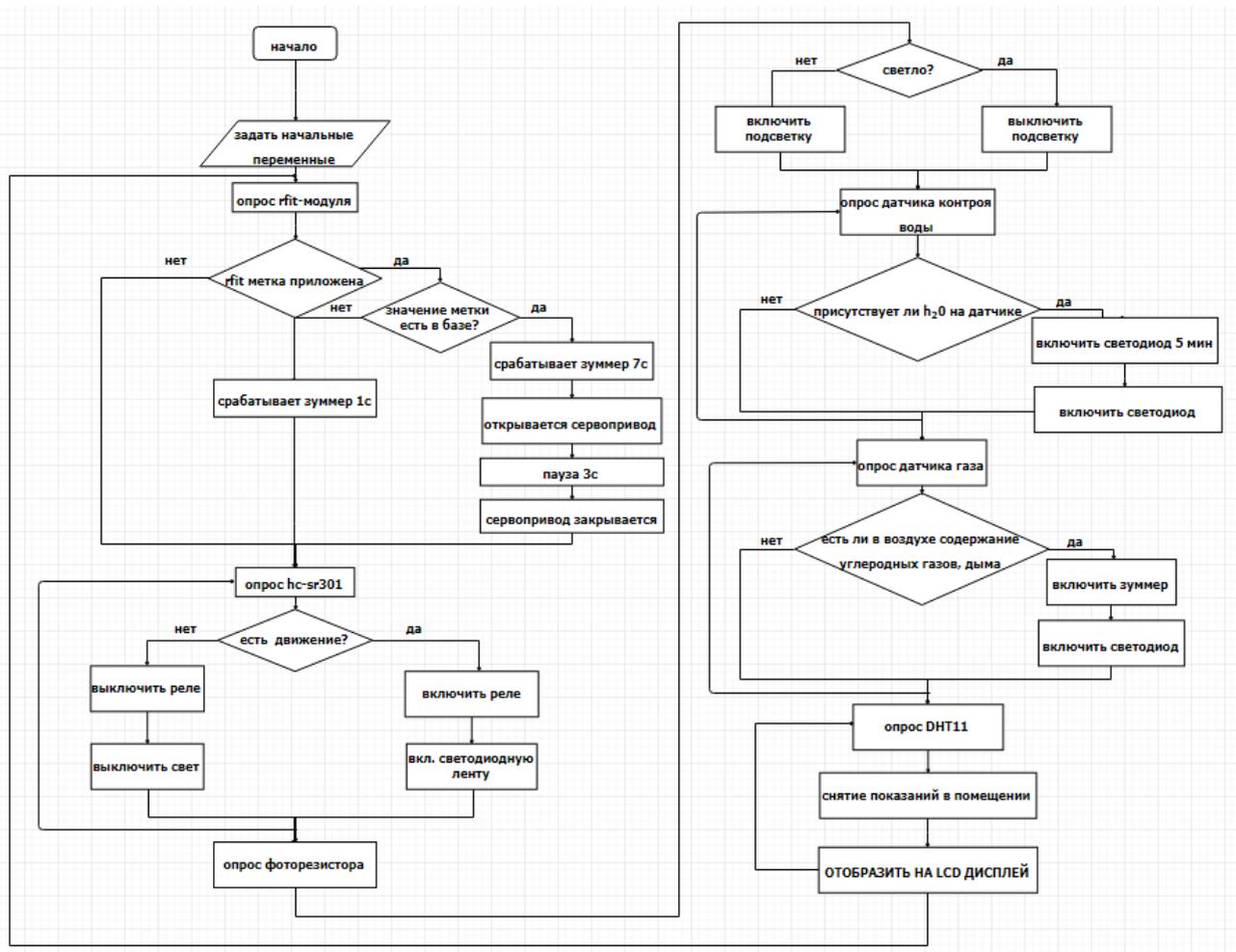


Рисунок 4.1 - Принцип работы системы в виде логического алгоритма

После составления блок-схемы, которая отражает все действия системы, можно приступить к написанию программы.

Ниже представлен листинг программ для работы основных датчиков системы.

Программа автоматического открывания щеколды двери при считывании верной RFIT метки (рисунок 4.2).

```

#include <Servo.h>
#include <SPI.h>
#include <MFRC522.h> // библиотека "RFID".
#define SS_PIN 10
#define RST_PIN 9
MFRC522 mfrc522(SS_PIN, RST_PIN);
unsigned long uidDec, uidDecTemp; // для хранения номера метки в десятичном формате
Servo servo;
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("Ищем карту...");
  SPI.begin(); // инициализация SPI / Init SPI bus.
  mfrc522.PCD_Init(); // инициализация MFRC522 / Init MFRC522 card.
  servo.attach(6);
  servo.write(0); // устанавливаем серву в закрытое состояние
}
void loop() {
  // Поиск новой метки
  if ( ! mfrc522.PICC_IsNewCardPresent() ) {
    return;
  }
  // Выбор метки
  if ( ! mfrc522.PICC_ReadCardSerial() ) {
    return;
  }
  uidDec = 0;
  // Выдача серийного номера метки.
  for (byte i = 0; i < mfrc522.uid.size; i++)
  {
    uidDecTemp = mfrc522.uid.uidByte[i];
    uidDec = uidDec * 256 + uidDecTemp;
  }
  Serial.println("Card UID: ");
  Serial.println(uidDec); // Выводим UID метки в консоль.
  if (uidDec == 1088150692) // Сравниваем Uid метки, если он равен заданому то серва открывает.
  {
    servo.write(90); // Поворачиваем серву на угол 90 градусов(Отпираем какой либо механизм: задвижку, поворачиваем ключ и т.д.)
    delay(1000); // пауза и механизм запирается.
  }
  servo.write(0);
}

```

Рисунок 4.2 - Листинг программы открывание щеколды при поднесении верной rfid метки

Принцип работы: При поднесении верной rfid метки к модулю rc522, срабатывает сервопривод, который тем самым открывает задвижку двери.

Для демонстрации работы фоторезистора, заданы условия, если темно, то включается светодиод, встроенный на контроллере. Так же в умном доме, его можно использовать за пределами помещения, который будет связан с лампой, которая зажигается в темное время суток и освещает территорию перед домом.

```

int ledPin = 13; // используем встроенный светодиод на выводе 13
int fotorez = 7;
void setup() {
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
}

void loop() {

  if(fotorez < 50){
    // Если потемнело, то включаем светодиод
    digitalWrite(ledPin, HIGH);
  }
  else {
    // Если светло, то выключаем светодиод
    digitalWrite(ledPin, LOW);
  }
}
}

```

Рисунок 4.3 – Листинг программы работы фоторезистора

Для обнаружения человека в помещении потребуется датчик движения, а для включения светодиодной ленты используется модуль реле. Если в качестве источника света использовать светодиоды, то можно обойтись и без него.

```

int pirPin = 1; //вывод подключения PIR датчика
int ledPin = 13; //вывод сигнального диода
int relayPin = 8; //реле пин

void setup()
{
  analogRead(1);
  pinMode(pirPin, INPUT);
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
  pinMode(relayPin, OUTPUT);
  digitalWrite(relayPin, HIGH);
  delay(4000);
  digitalWrite(pirPin, LOW);
}

void loop()
{
  //Если обнаружено движение
  if(digitalRead(pirPin) == HIGH)
  {
    //Если до этого момента еще не включили реле
    if(lockLow)
    {
      lockLow = false;
      //Включаем реле.
      digitalWrite(relayPin, LOW);
      delay(50);
    }
    takeLowTime = true;
  }
  if(digitalRead(pirPin) == LOW)
  {
    if(takeLowTime)
    {
      lowIn = millis(); //Сохраним время окончания движения
      takeLowTime = false; //Изменим значения флага, чтобы больше не брать время, пока не будет нового движения
    }
    if(!lockLow && millis() - lowIn > pause)
    {
      //Изменяем значение флага, чтобы эта часть кода исполнилась лишь раз, до нового движения
      lockLow = true;
      digitalWrite(relayPin, HIGH);
      delay(50);
    }
  }
}
}

```

Рисунок 4.4 – Листинг программы управление освещением

Вывод показания состояния системы осуществляется на LCD дисплей с помощью датчика температуры и влажности DHT11

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
#include <dht11.h>
dht11 sensor;
#define DHT11PIN 2
byte degree[8] = // кодируем символ градуса
{
  B00111,|
  B00101,
  B00111,
  B00000,
  B00000,
  B00000,
  B00000,
  B00000,
};
void setup()
{
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  lcd.createChar(1, degree); // Создаем символ под номером 1
}
void loop()
{
  int chk = sensor.read(DHT11PIN);
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Hum:      %");
  lcd.setCursor(11, 0);
  lcd.print(sensor.humidity);
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("temp:      1C");
  lcd.setCursor(11, 1);
  lcd.print(sensor.temperature);
  delay(2000);
}
```

Рисунок 4.5 – Листинг программы вывода температуры и влажности на дисплей

Заключение

Результатом данной работы стало создание системы «Умный дом», которая обладает базовым функционалом и возможностями к расширению.

В самой работе был произведен анализ элементной базы с учетом предлагаемого принципа работы, в нее вошли датчик температуры и влажности, датчик контроля уровня воды, плата реле, датчик газа, датчик движения, фоторезистор, зуммер, кнопка, светодиоды, светодиодная лента, модуль питания, цифровой дисплей, сервопривод, макетная плата и соединительные провода. На основе исследований была разработана структурная схема системы, а также схема электрическая принципиальная. Разработка велась на плате Arduino Uno. В качестве среды разработки для написания кода программы была выбрана Arduino IDE.

По результатам работы над устройствами был изготовлен макет «Умного дома», в виде квартиры, после чего компоненты были установлены и закреплены. Макет изготовлен таким образом, что в одной комнате расположены датчики, которые демонстрируют работу системы, а другая комната сетевая, где расположен контроллер, макетная плата и большая часть соединительных проводов, так же контроллер можно подключать к компьютеру для настройки, и подключения новых устройств.

Данный проект позволяет познакомиться с самой системой и с некоторыми элементами умного дома. Так же, как описывалось ранее, данный макет, можно использовать для развития у студентов прикладных инженерных знаний и навыков в области электроники и программирования. Дорабатывать макет новыми модулями и другими автоматизированными системами, возможностей для увеличения дома множество.

Список используемых источников

1. Официальный сайт фирмы Arduino Software [Электронный ресурс] URL: <http://arduino.cc> (Дата обращения: 02.02.2018).
2. Барашко, О.Г. Проектирование систем домашней автоматизации: учеб. пособие. / О. Г. Барашко, А. В. Овсянников. – «Белорусский государственный технологический университет», 2006 – 57с.
3. Баранов В. Н. Применение микроконтроллеров AVR: схемы, алгоритмы, программы, 2-е изд. испр. - М.: Издательский дом "ДодэкаXXI", 2014. – 288 с.
4. Богданов, С. В. Умный дом: монография / С. В. Богданов. - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб. : Наука и Техника, 2015. – 208 с
5. Е.А. Тесля. «Умный дом» своими руками. Строим интеллектуальную систему в своей квартире / Тесля Е.А. - Санкт Петербург, 2008.
6. Амперка/Вики [Электронный ресурс] URL: <http://wiki.amperka.ru/> (Дата обращения: 02.03.2018).
7. Arduino Uno: Основы программирования [Электронный ресурс] URL: <http://developer.alexanderklimov.ru/arduino/arduino-minimum.php> (Дата обращения: 08.03.2018).
8. Описание основных функций языка Arduino [Электронный ресурс] URL: <http://freeduino.ru/arduino/lang.html> (дата обращения: 11.02.2018)
9. История возникновения Умного дома. [Электронный ресурс]. URL: <http://dic.academic.ru> (Дата обращения: 15.01.2018).
10. Харке, В. Умный дом. Объединение в сеть бытовой техники и систем коммуникаций в жилищном строительстве: монография / В. Харке; пер. с нем. И. В. Рядченко. - М. : Техносфера, 2014 (Чебоксары). – 287 с
11. Марк, Э.С. Практические советы и решения по созданию "Умного дома" / НТ Пресс, 2007

12. Широотно-импульсная модуляция [Электронный ресурс] // Информационный ресурс «Амперка», 2015. – Режим доступа: <http://wiki.amperka.ru/конспект-arduino:шим> (Дата обращения: 17.04.2018).
13. Сколько стоит умный дом [Электронный ресурс] // Home Sapiens. – Режим доступа: <http://home-sapiens.ru/skolko-stoit-umnyiy-dom/> (Дата обращения: 29.05.2018).
14. Besmart . Управление Умным домом. [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://www.besmart.su/upravlenie> (Дата обращения: 15.04.2018).
15. Steven Goodwin. Smart Home Automation with Linux. Learn how to control your home from your PC / Steven Goodwin. Apress. New York, 2015. 269 p.
16. Росляков, А.В. P75 Интернет вещей: учебное пособие [текст] / А.В. Росляков, С.В. Ваняшин, А.Ю. Гребешков. – Самара: ПГУТИ, 2015. – 200 с.
17. Компания SMART HOME [Электронный ресурс] - URL: <http://umnyidomspsb.ru> (Дата обращения: 11.06.2018).
18. Palle Andersen, Tom S. Pedersen, Kirsten M. Nielsen. An Investigation of Energy Storage Possibilities in Single Family Houses for Smart Grid Purposes. IFAC Proceedings Volumes, 2014.
19. Tao Jin, Fuliang Chu, Cong Ling, Daniel Legrand Mon Nzongo. A Robust WLS Power System State Estimation Method Integrating a Wide-Area Measurement System and SCADA Technology. Energies, 2015.
20. Mike Riley «Programming Your Home Automate with Arduino, Android, and Your Computer» - « The Pragmatic Bookshelf Dallas, Texas • Raleigh, North Carolina », 2014. — 242 p.
21. Jonathan Oxaer and Hugh Blemings. Practical Arduino: Cool Projects for Open Source Hardware Copyright © 2009. [Электронный ресурс]. URL: <https://docviewer.yandex.ru/view/0> (Дата обращения: 03.04.2018).