

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

Институт энергетике и электротехники
(институт)

Кафедра «Промышленная электроника»

11.03.04 Электроника и наноэлектроника
(код и наименование направления подготовки, специальности)

Промышленная электроника
направленность (профиль)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Многофункциональный стенд системы умного дома

Студент _____ Д.Г. Волохов _____
(И.О. Фамилия) (личная подпись)

Руководитель _____ А.В. Прядилов _____
(И.О. Фамилия) (личная подпись)

Консультанты _____ О.Н. Брега _____
(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 2017

ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

(институт)

Промышленная электроника

(кафедра)

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой «Промышленная электроника»

А.А. Шевцов

(подпись)

(И.О. Фамилия)

«__» _____ 20__ г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение бакалаврской работы

Студент Волохов Данил Геннадьевич, Элб-1301

1. Тема Многофункциональный стенд системы умного дома

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы 30.05.2017

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе _____

Управляющие сигналы: датчик движения, датчик температуры, датчик влажности, датчик открытой двери

Управляемые системы: освещения, обогрева, сигнализация

Максимальное напряжение на макете: не более 30 В.

4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов, разделов)

Введение

1. Состояние вопроса

1.1. Формулирование актуальности, цели и задач проекта

1.2. Анализ исходных данных и существующих решений

2. Проектный раздел

2.1. Разработка электрической схемы и выбор необходимых компонентов

2.2. Разработка конструкции устройства

2.3. Разработка программной части устройства

3. Практическая реализация проекта

3.1. Изготовление системы

3.2. Проверка и отладка программной части устройства

3.3 Инструкция по использованию макета

4. Безопасность проекта

Заключение

Список литературы

5. Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала

1. Обзор аналогов

2. Блок-схема устройства

3. Схема электрическая принципиальная устройства

4. Блок – схема алгоритма программы

5. Временные диаграммы

6. Плакат, иллюстрирующий функционал устройства

6. Консультанты по разделам _____

7. Дата выдачи задания «26» января 2017 г.

Руководитель выпускной квалификационной
работы

(подпись)

А.В. Прядилов

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

(подпись)

Д.Г. Волохов

(И.О. Фамилия)

Аннотация

Данная бакалаврская работа состоит из пояснительной записки на 97 страниц, включая 37 рисунков, 1 таблиц, списка 25 источников, в том числе 5 источников на иностранном языке и 6 приложений.

В работе разработан многофункциональный стенд системы умного дома. Определены актуальность темы, цель и задачи.

Целью работы является разработка многофункциональной системы умного дома, включающей в себя такие элементы как: система плавного автоматического освещения помещения с использованием датчика присутствия; система контроля подогрева пола; система пожарного и охранного сигнализирования с использованием датчиков Холла, температуры и влажности.

Задачи работы:

1. Анализ исходных данных и существующих решений;
2. Разработка электрической схемы и выбор необходимых элементов;
3. Разработка конструкции устройства;
4. Разработка программной части устройства;
5. Изготовление стенда системы;
6. Проверка и отладка программной части устройства;
7. Разработка инструкции по использованию макета;
8. Оценка безопасности проекта.

Работа состоит из четырех глав, в которых решены упомянутые задачи, заключения и списка литературы. В заключении сделаны выводы о проделанной работе. Разработана схема электрических соединений и алгоритм работы стенда. Обоснованно выбраны отдельные конструктивные элементы. Предложена структурная схема стенда. Областью применения данной работы является использование созданного стенда в качестве демонстрационного пособия для обучения студентов, а также профагитационных мероприятий со школьниками. Это работа представляет интерес для широкого круга читателей, так как система умного дома является актуальной темой.

Abstract

The graduation work consists of an explanatory note on 97 pages, including 37 figures, 1 table, 25 references including 5 foreign sources, and 6 appendixes.

In this work, a multifunctional stand of the smart house system has been developed. The relevance of the topic was defined, and the aim and the tasks were set.

The aim of the work is to develop multifunctional smart house system, including such elements as the system of soft automatic lighting of facilities with presence sensor; floor heating control system; fire and security signaling system with Hall sensor, and temperature and humidity sensors.

This work is based on the following tasks: to analyze initial data and existing solutions, to develop electrical circuit and select necessary elements, to design the device, to develop a software part of the device, to make a stand of the system, to check and to debug the software part of the device. Also it was necessary to develop the technical guide for the layout and estimate a safety of the project.

The work consists of four chapters, conclusions and references. Conclusion is presented by the drawn of the work. The electrical connections circuit and the algorithm of work of the stand are developed. Separated design elements are selected. The structural scheme of the stand is proposed. The scope of this work is the use of the created stand as a demonstration aid for the training of students, as well as pro-campaign activities with school children. This work is of interest to a wide range of people, because the smart house system is the topic of the day.

Список обозначений и сокращений

IDE	Integrated Development Environment, интегрированная среда разработки
LCD	liquid crystal display, жидко-кристаллический дисплей (ЖК-дисплей)
PIR	Pyrroelectric Infra Red, пироэлектрический инфракрасный
А	Ампер
В	Вольт
Вт	Ватт
Гс	Гаусс
Дб	Децибел
Кб	Килобайт
кОм	Килом
М	Метр
мА	Миллиампер
МГц	Мегагерц
мс	Миллисекунда
Ом	Ом
ОПС	охранно-пожарная сигнализация
ПИД	Пропорционально-интегрально-дифференциальный
Сек	Секунда
См	Сантиметр
ШИМ	Широтно-импульсная модуляция

Содержание

Введение	7
1. Состояние вопроса	9
1.1. Формулирование актуальности, цели и задачи проекта	9
1.2. Анализ исходных данных и существующих решений	10
1.2.1. Анализ существующих решений отопления пола посредством теплых полов	10
1.2.2. Анализ существующих решений управления освещением	13
1.2.3. Анализ существующих решений охранно-пожарной сигнализации(ОПС).....	17
2. Проектный раздел.....	18
2.1. Разработка электрической схемы и выбор необходимых компонентов	18
2.1.1. Разработка структурной схемы.....	18
2.1.2. Выбор необходимых компонентов.....	20
2.1.3. Разработка принципиальной схемы	32
2.2. Разработка конструкции устройства	36
2.3. Разработка программной части устройства.....	38
3. Практическая реализация проекта.....	42
3.1. Изготовление системы	42
3.2. Проверка и отладка программной части устройства.....	47
3.3. Инструкция по использованию макета	49
4. Безопасность проекта.....	50
Заключение.....	51
Список использованной литературы.....	52
Приложение 1. Перечень используемых элементов.....	55
Приложение 2. Справочные данные используемых элементов	57
Приложение 3. Инструкция по использованию макета в качестве системы ОПС.....	80
Приложение 4. Инструкция по использованию макета в качестве системы регулирования обогрева и автоматического освещения	80
Приложение 5. Листинг программы автоматического обогрева пола и автоматического освещения.....	82
Приложение 6. Листинг программы ОПС и автоматического освещения	87

Введение

В наше время стала очень актуальна тема умного дома или как его еще называют "smart home". Само понятие умный дом подразумевает в себе единую систему управления в домах, офисах, квартирах, включающие в себе датчик, управляющие элементы и исполнительные устройства. Так что же такое система "smart home"?

Система "smart home" - это высокотехнологичная система, которая объединяет в себе множество подсистем в одну и позволяет регулировать их искусственному интеллекту, согласно алгоритму программы.

Элементы управления, принимающие сигналы с датчиков, контролируют работу исполнительных устройств согласно заданному алгоритму. Существуют следующие системы умного дома:

- Отопительная система;
- Кондиционирование помещения;
- Пожарная и охранная сигнализация;
- Система контроля доступа;
- Мониторинг аварийных ситуаций (утечка воды, газа и т.д.);
- Видеонаблюдение;
- Управление освещением;
- Мультирум;
- Обогрев ливневых стоков, ступенчатых лестниц, а также дорожек;
- Контроль энергопотребления, путем ограничения пиковых нагрузок и распределение по фазам питающих сетей;
- Управление резервным электропитанием;
- Управление авто поливом;
- Управление автоматическим открыванием ворот и шлагбаумов;
- Удаленное наблюдение и управление всеми вышеуказанными системами по сети интернет.

Исходя из списка выше, в проекте было решено рассмотреть по отдельности такие системы умного дома как:

- Отопление дома посредством теплых полов;
- Охранная и пожарная сигнализация;
- Система контроля доступа;
- Управление освещением;

1. Состояние вопроса

1.1. Формулирование актуальности, цели и задачи проекта

В актуальности системы умного дома не стоит даже сомневаться. Система умного дома широко распространена по множеству зарубежных стран, однако для большей части населения России, данная инновация является и остается всего лишь термином. Данный факт объясняется тем, что отсутствует понимание самого принципа работы данной системы, а также ее экономически получаемая выгода. Отдельные подсистемы системы "умный дом", к примеру, световой датчик присутствия, уже давно не являются чем-то особенным и распространенным в домах и квартирах мегаполисов, таких как Москва или Санкт-Петербург.

Последние время стали пользоваться популярностью разнообразные системы защиты безопасности, управление освещением и т.д. По существу, все это является отдельными подсистемами "умного дома".

Целью работы является разработка многофункциональной системы умного дома, включающей в себя такие элементы как: система плавного автоматического освещения помещения с использованием датчика присутствия; система контроля подогрева пола; система пожарного и охранного сигнализирования с использованием датчиков Холла, температуры и влажности.

Задачи работы:

- Анализ исходных данных и существующих решений;
- Разработка электрической схемы и выбор необходимых элементов;
- Разработка конструкции устройства;
- Разработка программной части устройства;
- Изготовление стенда системы;
- Проверка и отладка программной части устройства;
- Разработка инструкции по использованию макета;
- Оценка безопасности проекта.

1.2. Анализ исходных данных и существующих решений

1.2.1. Анализ существующих решений отопления пола посредством теплых полов

В продаже существует огромное количество аналогов подсистем данных типов. Сама система отопления, при помощи теплых полов, состоит из двух основных частей: терморегулятор и сам теплый пол. Для начала рассмотрим существующие решения терморегуляторов. В качестве аналогов терморегуляторов, рассмотрим технические решения такой компании как «Теплолюкс», которые на данный момент занимают лидирующие позиции по продажам систем обогрева полов и терморегуляторов.

Для начала рассмотрим терморегулятор «Теплолюкс TP510», представленный на рисунке 1. Данный терморегулятор, как и все другие, предназначен для управления электрическими системами обогрева помещения, такие как нагревательные маты, пленочные нагреватели. Терморегулятор поддерживает температуру обогреваемой поверхности в комфортных для пользователя пределах, а также обеспечивает рациональный расход электроэнергии.

Оснащен данный терморегулятор ручкой регулирования температуры, а также сигнальным светодиодом, который обозначает включенное состояние системы обогрева. TP510 поддерживает комфортабельную температуру обогрева в пределах от +5 до +45 градусов по Цельсию. После его включения, поворотом регулировочной ручки по часовой стрелке до упора. После достижения желаемой температуры, неизвестно какой, следует проворачивать против часовой стрелки, пока светодиод не погаснет, обозначая, что обогрев выключился. Тем самым фиксируется желаемая температура, которую терморегулятор будет поддерживать.

Данный терморегулятор не подходит в качестве примера, так как регулирование температуры, слишком сложное из-за отсутствия дисплея, на который бы выдавало задаваемую температуру.



Рисунок 1 - Терморегулятор «Теплолюкс TP510»

Следующий аналог терморегулятора, на который следует обратить внимание, это терморегулятор серии TP515, представленный на рисунке 2.

В данной серии терморегуляторов уже исправлены минусы, которые были указаны в предыдущей серии, а именно: наличие жидкокристаллического дисплея, отображающего функционалы, и наличие кнопок для задания желаемой температуры, соответственно кнопки «+» и «-», путем входа режим установки при помощи кнопки Clock/Esc. Данный терморегулятор является интересным для использования в качестве аналога терморегулятора обогрева теплых полов.



Рисунок 2 - Терморегулятор «Теплолюкс TP515»

В качестве теплых полов, с использованием терморегулятора, существует два их типа:

- Пленочные инфракрасные полы
- Нагревательные маты

Инфракрасные полы представляют собой нагревательный элемент, нагревающийся за счет графитовых полос, которые нагреваются при прохождении по ним тока, расположенные параллельно друг другу на расстоянии 16мм. Ток подается на медные полосы, которые связывают графитовые. Пример инфракрасных полов изображен на рисунке 3.



Рисунок 3 - Пленочный инфракрасный теплый пол

Нагревательные маты представляют собой кабельный обогрев стянутый сеткой для удобства монтажа. Во время прохождения тока по нагревательному кабелю, происходит разогрев поверхности, под которой он находится. Значительным плюсом таких теплых полов является удобство монтажа, а также возможность размещения во влажных помещениях. На рисунке 4 изображены нагревательные маты.



Рисунок 4 - Нагревательный мат

1.2.2. Анализ существующих решений управления освещением

Самый распространенный вид управления освещением является автоматическое освещение помещения при помощи датчиков присутствия. Датчик движения включает освещение в тот момент, как человек попадает в зону их чувствительности. После завершения фиксации присутствия, датчик отключает освещение помещение в этот же момент или же после определенного промежутка времени, в зависимости от запрограммированного сценария. Этот способ является хорошим, так как позволяет экономить электроэнергию.

Все приборы фиксации движения подразделяются на три группы:

1. На основе ультразвука;
2. На основе микроволнового излучения;
3. Инфракрасные приборы.

Ультразвуковой датчик движения используется для фиксации движения при помощи отраженной звуковой волны и представлен он на рисунке 5. Данный вид устройств получил наибольшее применение в охранных и парковочных системах автомобилей. Но использование данного типа датчиков присутствия в качестве включения осветительных приборов не целесообразно из-за ряда минусов:

- Домашние животные улавливают ультразвуковую частоту;
- Ограничение в возможной дальности;
- Датчик не способен зафиксировать медленные движения.

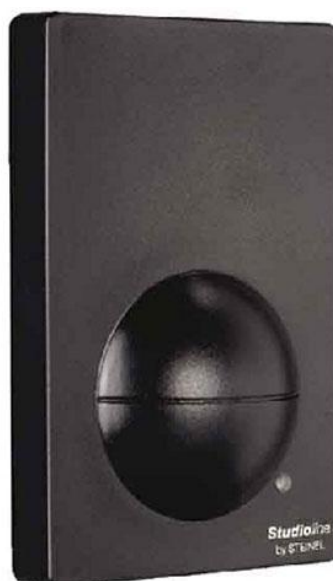


Рисунок 5- Ультразвуковой датчик движения

Микроволновый датчик контроля движения по функционалу отличается от ультразвуковых датчиков движения тем, что устройство использует не звуковые, а электромагнитные волны, которые отражаются от всех предметов в зоне действия прибора. Представлен микроволновый датчик на рисунке 6. При

наличие движущегося объекта происходит сдвиг частоты, который приводит к срабатыванию датчика.

Однако, как и ультразвуковой датчик обладает рядом недостатков, а именно:

- в отличие от аналогов, обладает достаточно высокой ценой;
- приборы высокочувствительны, вследствие чего могут происходить ложные срабатывания;
- микроволновые лучи очень пагубно влияют на человеческое здоровье.



Рисунок 6 - Микроволновый датчик контроля движения

Наиболее лучшим выбором в качестве датчика присутствия является инфракрасный датчик движения. Датчик улавливает излучение инфракрасного спектра посредством пироэлектрических элементов, которые реагируют на изменение температуры. Представлен датчик на рисунке 7.



Рисунок 7 - Инфракрасный датчик движения

В том случае, если в области действия инфракрасного датчика не фиксируется никаких изменений, то потенциал, который вырабатывается на выходе приборов, фиксирует постоянную величину. Когда в зоне действия фиксируется движение объектов, излучающих инфракрасное излучение, изменяется значение выходного потенциала, что приводит к срабатыванию датчика.

Данный тип датчиков получил наибольшее применение в области автоматического включения света, благодаря их преимуществам по сравнению с другими аналогами:

- Ничего не излучает, поэтому не наносит какого либо вреда живым организмам;
- Наличие регулирования угла обзора и порога срабатывания;
- Цена доступна широкому кругу потребителей.

1.2.3. Анализ существующих решений охранно-пожарной сигнализации(ОПС)

Всем немало известно о пожарных и охранных сигнализациях, но мало кто знает о существовании интегрированной системы, включающей в себе обе функции защиты дома. Преимуществом данной системы является единый блок аппаратного и программного обеспечения.

Существует всего три типа ОПС:

- Пороговые ОПС - является наипростейшей системой, которая включает самые простые датчики, номер и адрес помещения в которых не определяется, а лишь отображает номер шлейфа извещателей;
- Адресные ОПС - уже позволяет определить место возникновения пожара или проникновения на территорию;
- Адресно-аналоговые ОПС - считается самым надежным и эффективным, система контроля непрерывно анализирует всю поступающую информацию от датчиков

Адресно-аналоговые ОПС обладает рядом преимуществ, по сравнению с остальными, а это решение принимает центральный процессор, а не собственно извещатель, что исключает ложные срабатывания. Данная система исключает неисправность датчиков, так как они непрерывно передают информацию на контрольную панель, и в случае обнаружения неисправности сразу сообщает. Благодаря наличию контрольной системы, можно настроить уровни предупреждения, например "Внимание", "Пожар".

В продаже конкретного аналога ОПС не существует, так как все компании в области охранных и пожарных систем предоставляют на выбор покупателю, какой функционал будет входить в систему их пакета.

2. Проектный раздел

2.1. Разработка электрической схемы и выбор необходимых компонентов

2.1.1. Разработка структурной схемы

На основе рассмотренных аналогов будут выбраны необходимые датчики, но для управления всеми датчиками потребуется устройство, способное считывать и обрабатывать сигналы, а также передающие управляющие сигналы на устройства выполнения задач, т.е. микроконтроллер.

Для ОПС потребуется датчик, фиксирующий состояние двери (открыта или закрыта), а также датчик определения температуры и влажности в окружающем пространстве, для мониторинга о резких повышениях температур. Также следует, обеспечить систему звукового оповещения и устройством управлением. Для мониторинга состояния системы потребуется ЖК-дисплей.

Для системы регулирования обогрева теплых полов потребуется уже датчик контактного определения температуры обогрева, а также сам теплый пол, в качестве которого может выступать любой нагревательный элемент, а также устройство управления. Для мониторинга состояния системы потребуется дисплей.

Для системы автоматического освещения потребуется инфракрасный датчик присутствия, а также осветительные элементы для отображения работы системы.

Вследствие того, что следует обеспечить безопасность от ударов током, которые могут привести к травмам или фатальному исходу, было решено, не использовать напряжение сети для обеспечения освещения и нагрева пола. Поэтому, было принято использовать источник питания на 12В и током в 2А, так как 5В напряжения питания с микроконтроллера не сможет обеспечить желаемое освещение и температуру пола. Для управления внешней нагрузкой, с помощью микроконтроллера, потребуется использование ключевых элементов.

Исходя из вышесказанного, можно составить структурные схемы для каждой систем, изображенных на рисунках 8,9 и 10:

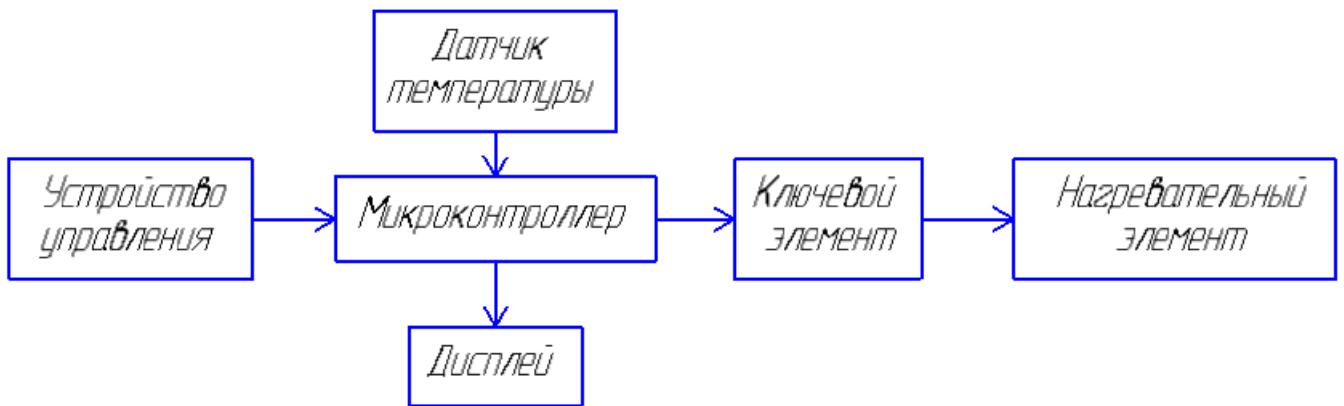


Рисунок 8 - Структурная схема автоматического обогрева полов

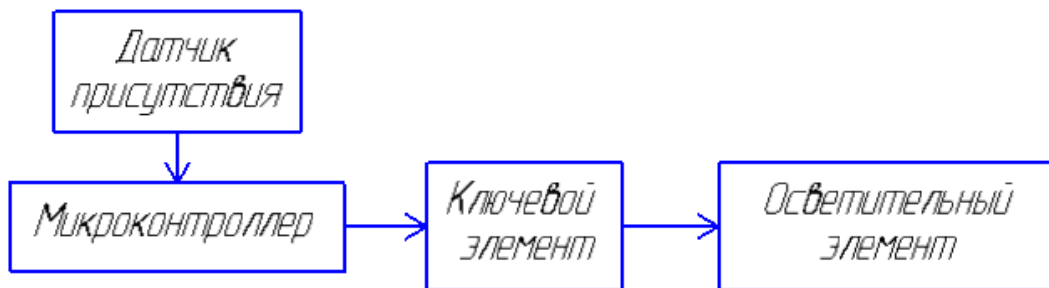


Рисунок 9 - Структурная схема автоматического освещения

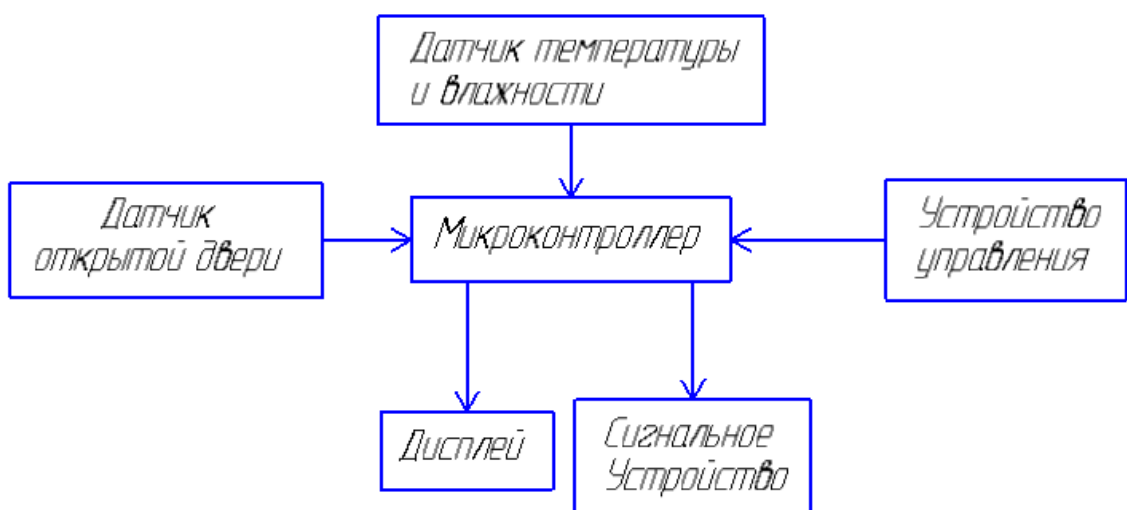


Рисунок 10- Структурная схема ОПС

2.1.2. Выбор необходимых компонентов

Выбор микроконтроллера

В качестве микроконтроллера, для управления всеми системами умного дома, была выбрана 8-битная Arduino от фирмы Atmel. Данный микроконтроллер обладает важным преимуществом, способствующим в разработке данного проекта, а именно полный контроль над временем и длительностью подачи сигналов.

Остается лишь определиться с выбором серии Arduino. Предположив необходимое количество контактов для разработки проекта, была выбрана ArduinoUno, которая изображена на рисунке 11.



Рисунок 11- Микроконтроллер ArduinoUno

Рассмотрим ее основные преимущества:

- Процессор на 16МГц, 32Кб постоянной и 2Кб оперативной памяти;
- Наличие 20 портов ввода-вывода, из которых: 6 аналоговых входов; 6 цифровых каналов, поддерживающих ШИМ; 2 аппаратных прерывания;
- Огромное количество готовых библиотек;
- Вполне простая программная среда IDE с языком Arduino C++;
- Собственное напряжение питания в 5В, которое является стандартным для большинства плат расширения, например датчиков;
- Доступность и стоимость.

Выбор дисплея

Для мониторинга состояний ОПС, а также управления обогревом теплых полов, потребуется использовать дисплей. Особых критериев к выбору дисплея не требуется, кроме как необходимое количество строк и столбцов для вывода информации и возможность запитывать от ArduinoUno.

В качестве дисплея для вывода информации было решено использовать 16 контактный LCD-дисплей WH-1602B3-NYG-CW, изображенный на рисунке 12. Цифры в названии LCD-дисплея означают следующие: 16-количество столбцов; 02- количество строк. Данный дисплей поддерживает два варианта параллельного интерфейса:

- 8-битный, где за один такт передается 8 бит;
- 4-битный, где за один такт передается 4 бита.

В использование 8-битного варианта параллельного интерфейса нет. Так как увеличивается количество ножек на ArduinoUno для его подключения, а выигрыша в скорости не наблюдается. Частота обновлений самого дисплея составляет не больше 10 раз в секунду, так что будет невозможно заметить частоту обновления данных.



Рисунок 12- Текстовый LCD-дисплей WH-1602B3-NYG-CW

Как оказалось позднее, данный дисплей является не эстетичным и не удобным в монтаже, а также не хватает ножек ArduinoUno. Следствием данных причин является слишком большое количество подключаемых проводов к ArduinoUno, а конкретно 12 контактов, даже учитывая, что будем использовать 8-битный параллельный интерфейс.

Вследствие этого был приобретен дополнительно I2C-модуль, изображенного на рисунке 13.

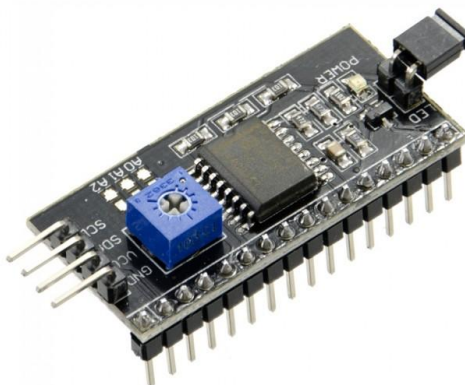


Рисунок 13 - I2C-модуль для LCD-дисплея

Данный модуль позволяет не только уменьшить количество занимаемых контактов на ArduinoUno и проводов до 4, но и в нем также встроен подстрочный резистор, с помощью которого можно регулировать яркость подсветки дисплея.

Выбор датчика температуры

Для отслеживания изменения температуры теплого пола, потребуется использование датчика температуры в абсолютном контакте с нагреваемой поверхностью. Выбор датчика температуры для обогрева полов заключался в следующих критериях: датчик способен замерять температуры в пределах от -10 до +40°C, именно в таких пределах работают современные термостаты для теплых полов, так как в температуре больше +40°C нет нужды; малая погрешность измеряемых температур; корпус датчика должен быть плоским, для возможности закрепить его в плотную с обогреваемой поверхностью; возможность питать датчик напряжением 5В от ArduinoUno; доступность датчика. Соответствующим данным требованиям является датчик Dallas 18b20 (DS18B20), и изображен он на рисунке 14.

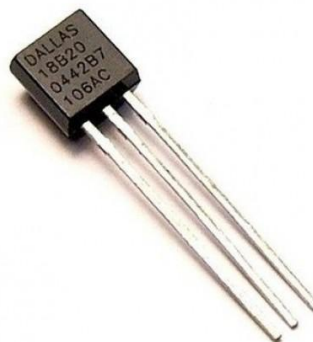


Рисунок 14 - Датчик температуры DS18B20

Данный датчик обладает следующими характеристиками:

- Напряжение питания: 3В-5В;
- Диапазон измерения температур: от -55 до +125°C;
- Погрешность измерений: $\pm 0,5^\circ\text{C}$;

Датчик обладает корпусом ТО-92, что позволяет монтировать его на плоские поверхности. Датчик DS18B20 обменивается данными с микроконтроллером, используя протокол интерфейс One-Wire, по однопроводной линии связи, что позволяет использовать несколько датчиков одновременно.

Выбор нагревательного элемента

Как и говорилось ранее, мы ограничили выбор нагревательного элемента по питанию, а конкретно 12В. Так как все существующие аналоги теплых полов рассчитаны на сетевое напряжение в 220В, то следует вывод, что нет возможности использовать маточный нагревательный пол или инфракрасный. Еще одной причиной не возможности использовать данные технические решение, это наличие в продаже не менее 1м инфракрасных полов, а нагревательных матов не менее 2м.

Поэтому было решено использовать нагревательный элемент, которых в продаже огромное количество и разных размеров, как изображенный на рисунке 15.

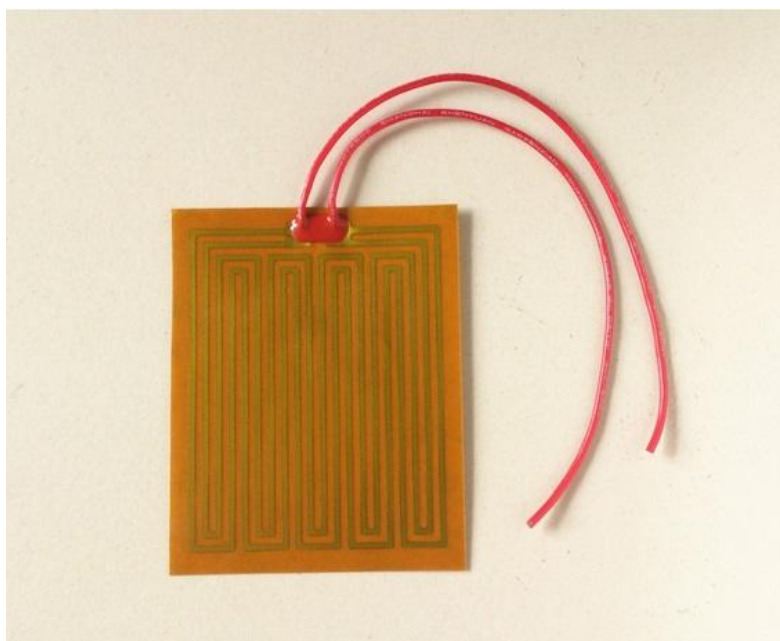


Рисунок 15 - Пример нагревательного элемента

Но и здесь всплыл очень важный критерий при выборе элементов, а именно его цена. Нагревательный элемент размерами 20 см длиной и шириной 18 см выходит в 1200 рублей, что в два раза больше цены самого микроконтроллера. В связи с этим было решено, самостоятельно сделать нагревательный элемент. Самым эффективным и экономичным в конструирование, оказалось, процарапать дорожки на фольгированном текстолите.

Выбор устройства управления

В качестве устройства управления, используются обычные тактовые кнопки на замыкание, которые возвращаются на исходное положение. Единственным критерием для их выбора является легкость монтажа на стенде и их эстетичность, а также возможность выдерживать напряжения до 5В и наличием антидребезга. Выбор лег на кнопку PBS, рассчитанную на 20В которая представлена на рисунке 16.



Рисунок 16 - Кнопка PBS для устройства управления

Выбор датчика присутствия

Исходя из рассмотренных вариантов датчиков присутствия, в анализе существующих решений, было решено выбрать инфракрасный датчик присутствия или PIR-датчик.

Главными критериями выбора PIR-датчика стали: высокий угол обзора датчика; большая дальность обнаружения; возможность регулировать время задержки на включение и чувствительности сенсора; низкое потребление тока; напряжение питания 5В, для возможности питать от ArduinoUno; возможность работы при низких температурах; а также минимальные финансовые затраты.

Всеим этим критериям соответствует широко распространенный PIR-датчик HC-SR501.Его основные характеристики:

- Напряжение питания: 4,5В-20В;
- Потребляемый ток на выходе: 60мА;
- Дистанция обнаружения: 3-7м;
- Угол обнаружения: до 120°;
- Длительность импульса при обнаружении: 5-200сек;
- Рабочая температура: от -20 до +180°С;
- Средняя стоимость: <100 рублей.

Регулировка Длительности импульса и дистанции обнаружения настраивается встроенными переменными резисторами на задней панели датчика.

Представлен датчик на рисунках 17 и 18.



Рисунок 17- PIR-датчик HC-SR501 со снятой линзой Френеля



Рисунок 18- PIR-датчик HC-SR501 с обратной стороны

Выбор осветительного элемента

Исходя из сказанного ранее, мы ограничили выбор осветительного элемента по питанию, а конкретно 12В. Так как все существующие бытовые осветительный приборы, такие как лампы накаливания, питаются от сетевого напряжения в 220В, то следует вывод, что нет возможности использовать бытовую осветительную технику. Кроме как использовать светодиодные ленты. В качестве критерия выбора светодиодной ленты является ее небольшая стоимость, возможность покупки меньше 1м длиной, так как в большинстве

магазинов продают по метражу ленты, питание от 12В, а также минимальное количество потребления мощности от источника питания. Выбор лег на светодиодную ленту SMD3528-600W-12В, изображенной на рисунке 19.



Рисунок 19 - Светодиодная лента SMD3528-600W-12В

Данная светодиодная лента обладает следующими характеристиками:

- Входное напряжение: 12В;
- Мощность на метр: 9,6Вт;
- Потребляемый ток на метр длины: 800мА

С учетом того, что данные значения указаны на метр длины светодиодной ленты, можно сделать вывод, что для нашего источника питания, с величиной тока 2А, не составит труда запитывать светодиодную ленту длиной около 80 см.

Выбор ключевого элемента

Вывода Arduino не способны обеспечить питание мощной нагрузки и напряжения, так как ток на выводах Arduino ограничен 40мА. В это случаи, для управления мощной нагрузки, является использование ключевого элемента, в роли которого будет выступать MOSFET-транзистор. Это дает возможность подключать нагрузку токами в несколько ампер. Транзистор типа MOSFET является идеальным вариантом для управления ШИМ сигналом, так как он управляется не током, а потенциалом на затворе. Тем самым позволяет малым

током на затворе управлять большим током на нагрузке. Еще одно преимущество MOSFET-транзистора перед реле, является малое падение напряжения на нем, благодаря малому сопротивлению исток-сток R_{DSon} .

При выборе MOSFET-транзистора, чтобы он напрямую открывался от микроконтроллера, а также не было необходимости ставить перед ним биполярные транзисторы или драйвера, следует обращать на параметр Gate Threshold (пороговое напряжение включения транзистора), который должен быть примерно от 1 до 4 В.

Также следует обратить внимание на такой параметр, как Drain current (continuous), который определяет, какой продолжительный ток способен выдержать MOSFET-транзистор. В нашем случае, так как используем источник питания током в 2А, то параметр Drain current должен быть с запасом больше 30%.

Исходя из вышесказанного, был выбран MOSFET-транзистор STP16NF06, который представлен на рисунке 20.



Рисунок 20 - Справочные данные MOSFET-транзистора STP16NF06

Данный MOSFET-транзистор обладает следующими важными для нас характеристиками:

- Сопротивление исток-сток в открытом состоянии: 0,1 Ом
- Пороговое напряжение включения транзистора: от 2В до 4В
- Максимальный ток стока при продолжительном открытии: 11А

Выбор датчика открытой двери

В качестве датчика фиксирующего состояние двери (открыта или закрыта) можно использовать два технических решения: геркон или датчик Холла. Но встает вопрос, о возможности регулирования порога срабатывания охранной системы и ее безопасности. Если геркон просто проводит ток в случае поднесения к нему магнита, в случае если он на замыкание, то микроконтроллер фиксирует, что дверь закрыта. В случае открытия двери, закрепленный магнит отходит от геркона и тот размыкается, тем самым микроконтроллер фиксирует разрыв. Но в отличие от датчика Холла, геркон будет фиксировать, что дверь закрыта, при любом магните, поднесенном к нему. В свою очередь, с помощью датчика Холла возможно настроить порог величины магнита, который будет использоваться. Таким образом, будем использовать аналоговый датчик Холла. В качестве датчика Холла было решено использовать SS49E, который представлен на рисунке 21.



Рисунок 21 - Датчик Холла SS49E

При однополярном питании в 5В, исходя из его datasheet, обладает следующими параметрами:

- Потребляемый ток: от 6 до 10мА;
- Выходной ток: 1мА;
- Магнитный диапазон: от ± 650 Гс до ± 1000 Гс
- Время отклика: 3мс

Одним из его плюсов является малое время отклика, позволяющее его использовать в охранной системе.

Выбор датчика температуры и влажности

В качестве датчика температуры и влажности наиболее популярными являются датчики серии DHT. В данной серии присутствует два типа датчиков DHT11 и DHT22. Ключевыми отличиями данных датчиков являются: датчик DHT11 нельзя эксплуатировать при минусовых температурах; DHT22 способен замерять температуру и влажность в десятых долях; DHT22 является более дорогим, чем DHT11. Так как, датчик температуры и влажности будет использоваться в качестве фиксирования пожара, то нужда в использование более дорогого аналога отпадает. В результате будет использоваться DHT11, который изображен на рисунке 22.

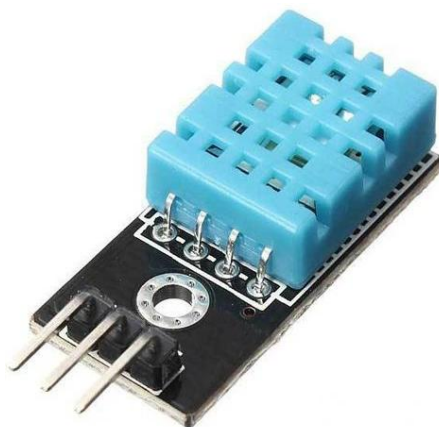


Рисунок 22-Датчик температуры и влажности DHT11

Конкретно разберем параметры данного датчика:

- Питающее напряжение: от 3 до 5В;
- Максимальное потребление тока: 2,5мА;
- Диапазон измерения влажности: от 20% до 80%;
- Диапазон измерения температуры: от 0 до 50°C.

Также учитываем, что погрешность измерений данного датчика: при измерении температуры $\pm 2\%$, а при измерении влажности $\pm 5\%$.

Выбор сигнального устройства

В качестве сигнального устройства требуется использовать такой прибор, срабатывание которого было легко услышать оповещение системы ОПС.

В качестве сигнального устройства было решено использовать электроакустическое устройство воспроизведения звука, основанный на колебательных свойствах ферромагнитных пластин, под действием переменного магнитного поля, создаваемого встроенной магнитной системой, и это электромагнитный излучатель НСМ или как его еще называют зуммер. В качестве зуммера был выбран НСМ1201А, изображенный на рисунке 23.



Рисунок 23 - Зуммер НСМ1201А

Обладает следующими характеристиками:

- Рабочее напряжение: 1,5В;
- Ток потребления: 70мА;
- Рабочая частота: 2,4кГц;
- Мощность излучения: 75Дб.

Мощность излучения 75Дб, которая указывает на громкость зуммера, можно сравнить с шумом, издаваемым работающим пылесосом, мощность излучения которого равна этому же значению.

2.1.3. Разработка принципиальной схемы

При разработке принципиальной электрической схемы немало раз использовался подтягивающий резистор, так что следует обозначить, для чего он нужен и в каких случаях стоит использовать.

Подтягивающий резистор необходим для того, чтобы гарантировать на логическом входе высокий либо низкий уровень, в таких случаях как:

- не соединен проводник с логическим выходом;
- подсоединенный логический выход находится в таком состоянии, при котором сопротивление между логическим контактом и остальной схемой очень велико. Физически реализуется закрытым транзистором в ключевом режиме;
- если разомкнут ключевой элемент на логическом выходе, который устроен как открытый вывод ключевого элемента.

Подключение LCD-дисплея с I2Cмодулем просто, и осуществляется по следующей таблице:

Таблица1 -Соединение контактов LCD-дисплея с Arduino

LCD I2C модуль	Arduino Uno
SCL	A5
SDA	A4
VCC	+5V
GND	GND

Исходя из вышесказанного, подтягивающие резисторы следует использовать в датчике Холла SS49E, датчике температуры и влажность DHT11, а также в датчике температуры DS18B20, что даже рекомендуется в справочных данных, и показаны ниже:

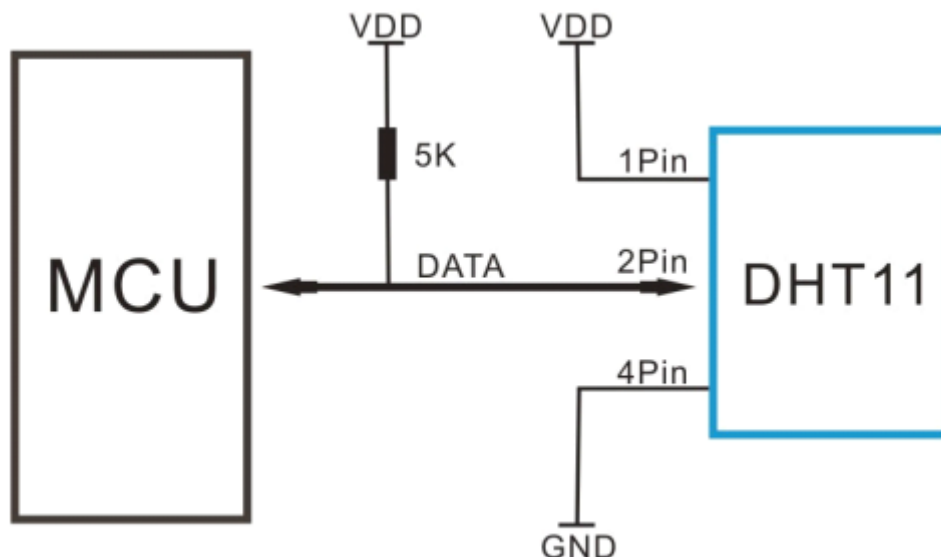


Рисунок 24 - Схема подключения DHT11

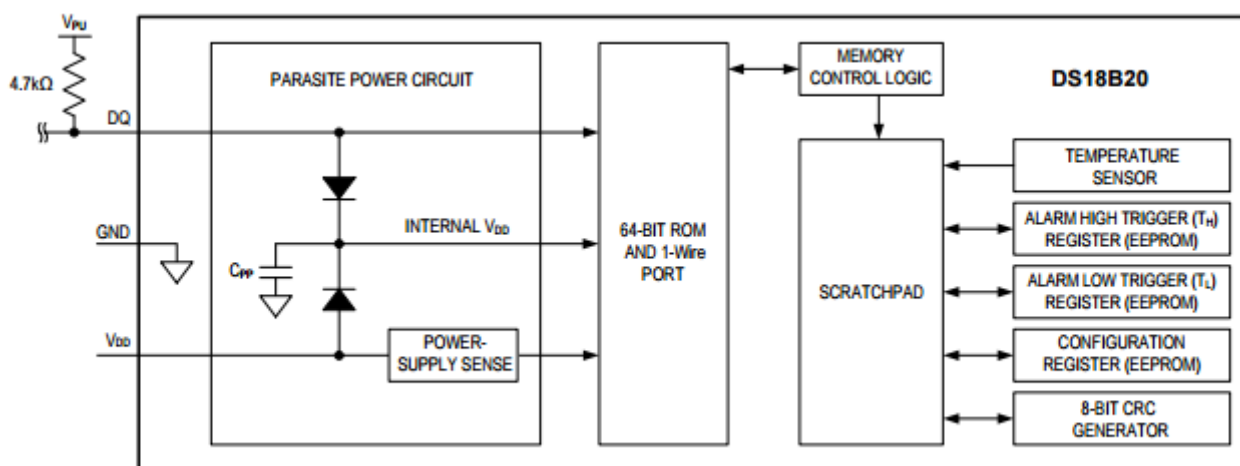


Рисунок 25 - Схема подключения DS18B20

Также, следует использовать подтягивающие резисторы на кнопках в системе управление, однако будем использовать встроенные в Arduino подтягивающие резисторы, при помощи программной части.

В цепь затвора MOSFET-транзистора, также желательно поставить стягивающий резистор между затвором и истоком, благодаря использованию которого будет гарантированно удерживаться низкий уровень на затворе в отсутствие сигнала высокого уровня от самой Arduino. Данным способом предотвращается самопроизвольное включение транзистора. Величина резистора берется примерно 10кОм. В разрыве цепи затвора также

рекомендуется использовать резистор номиналом от 50 до 150 Ом, который обеспечивает защиту микроконтроллера от кратковременных выбросов тока.

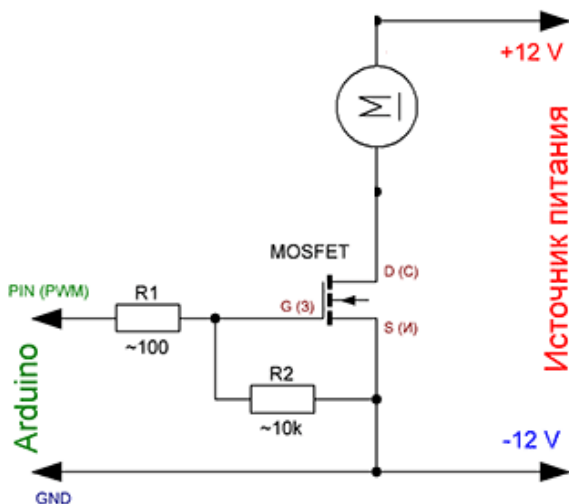


Рисунок 26 - Схема подключения MOSFET-транзистор STP16NF06

Полная схема электрическая принципиальная приведена на рисунке 27. Оформление схемы производилось в программной среде КОМПАС-3D. Перечень элементов представлен в приложении 1.

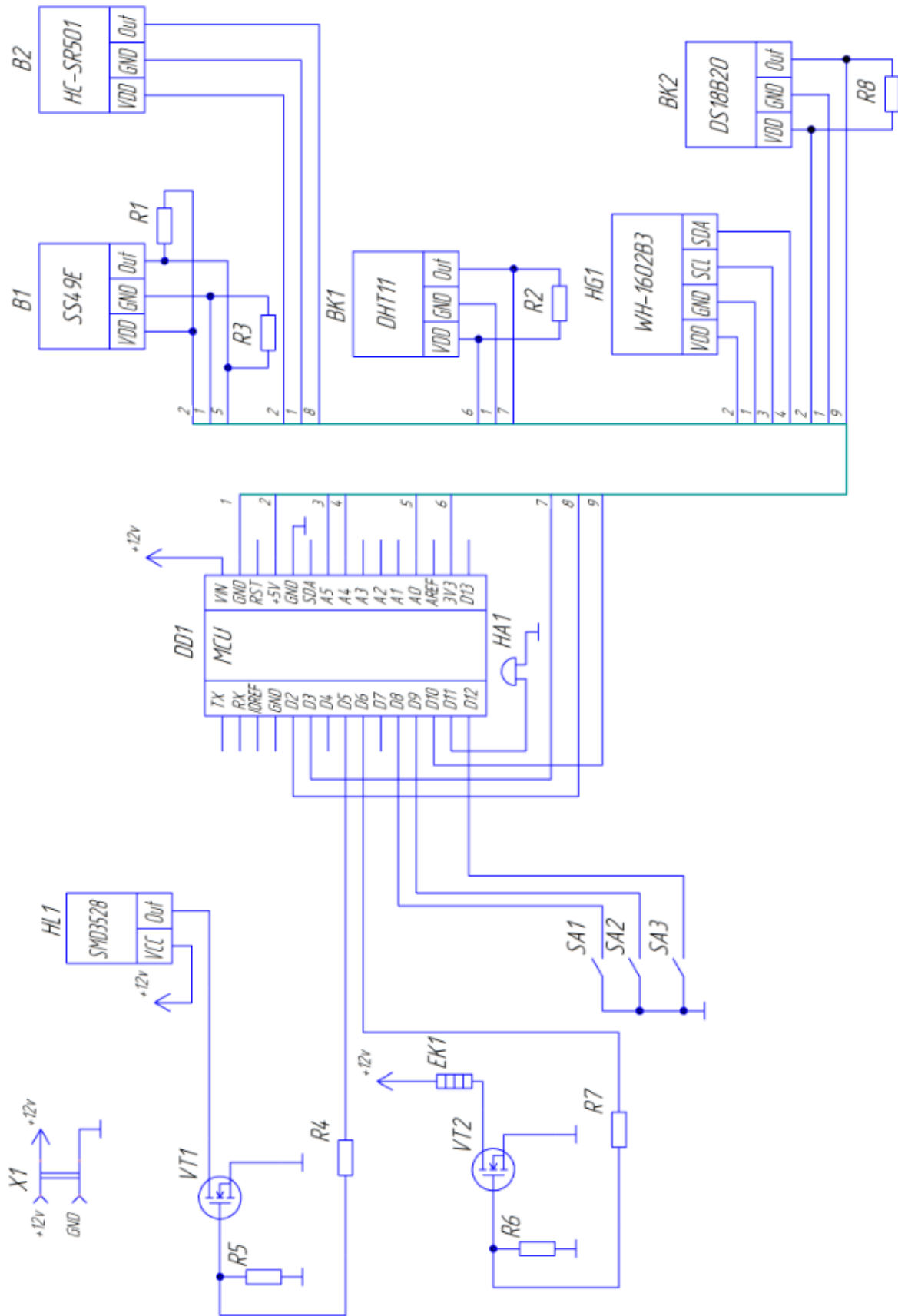


Рисунок 27 - Схема электрическая принципиальная

2.2. Разработка конструкции устройства

В качестве стенда, для разработанной системы, было решено собрать макет, состоящий из двух отделений. В одном отделении будут расположена макетная плата и сама Arduino, а во втором отделение все используемые датчики. На дне секции расположить обогрев пола. В качестве материала для сборки стенда, было предложено листовое оргстекло. Однако, из-за присутствия в системе PIR-датчика, постоянно фиксировалось наличие объекта за стенками стенда, что приводило к постоянному свечению светодиодной ленты. Поэтому в качестве материала для стенда, были использованы МДФ панели, из-за малой стоимости данного материала, а также простоты сбора стенда и монтирования всех элементов схемы.

Разработанный макет, с учетом достаточного места для расположения всех элементов схемы и толщины материала 5мм, был оформлен в программной среде автоматизированного проектирования КОМПАС – 3D в двух проекциях и представлен на рисунке 28.

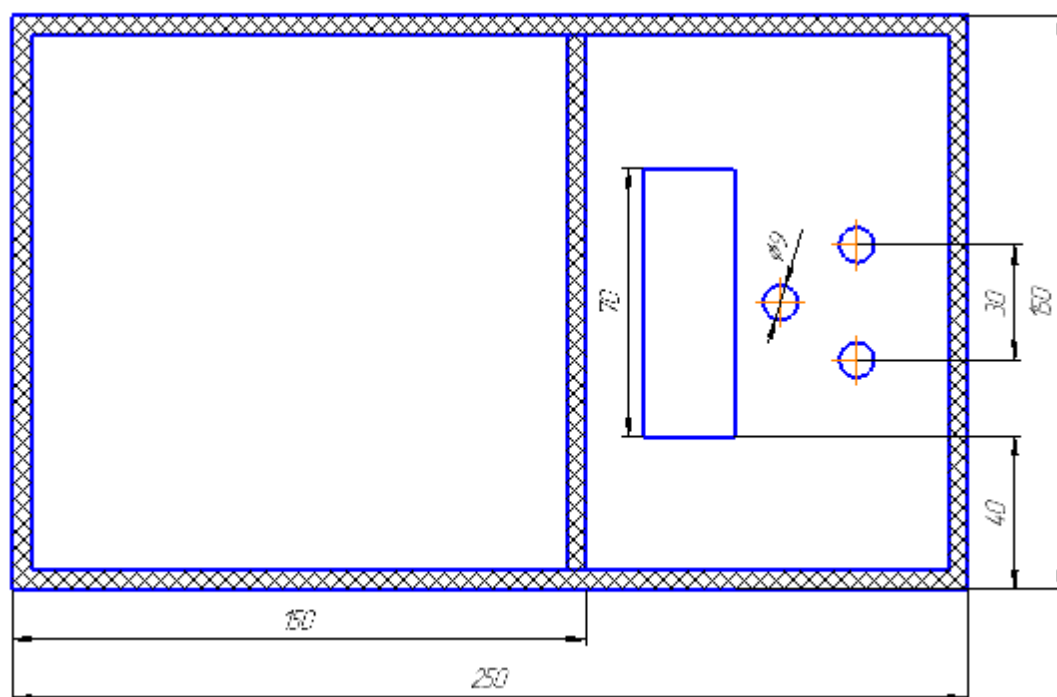
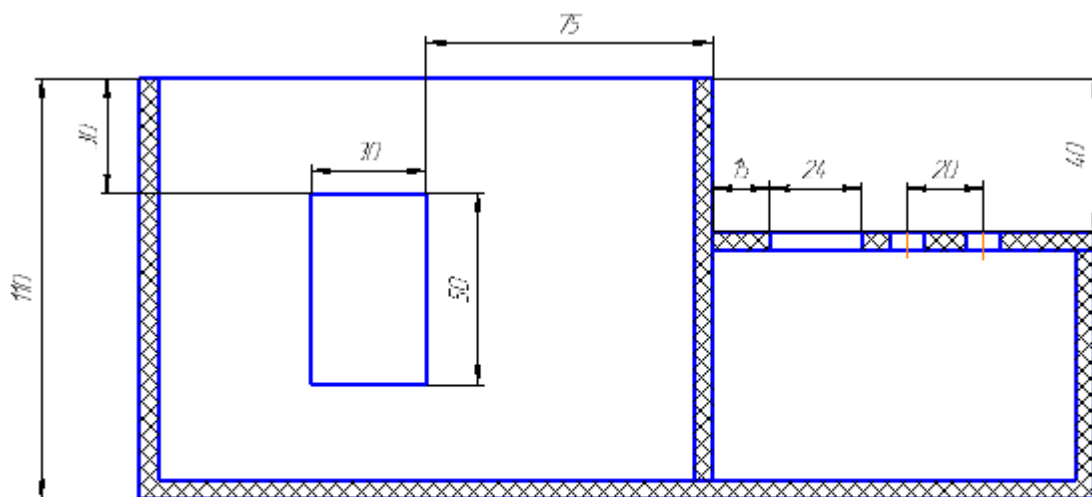


Рисунок 28 - Сборочный чертеж макета

На горизонтальной проекции чертежа, правая часть является первой секцией стенда, а левая часть является второй секцией стенда. На крышке первой секции также будет вмонтирован LCD – дисплей(размеры 70мм*24мм), и система управления(диаметром кнопок равным 9мм). Размерами 30мм*50мм, на фронтальной проекции, изображен дверной проем, в качестве имитации внедрения в помещения для охранной системы.

2.3. Разработка программной части устройства

Перед написанием программной части, следует составить алгоритм выполнения команд. Вследствие наглядности и простоты написания программы, лучше всего представить алгоритм с помощью блок-схем.

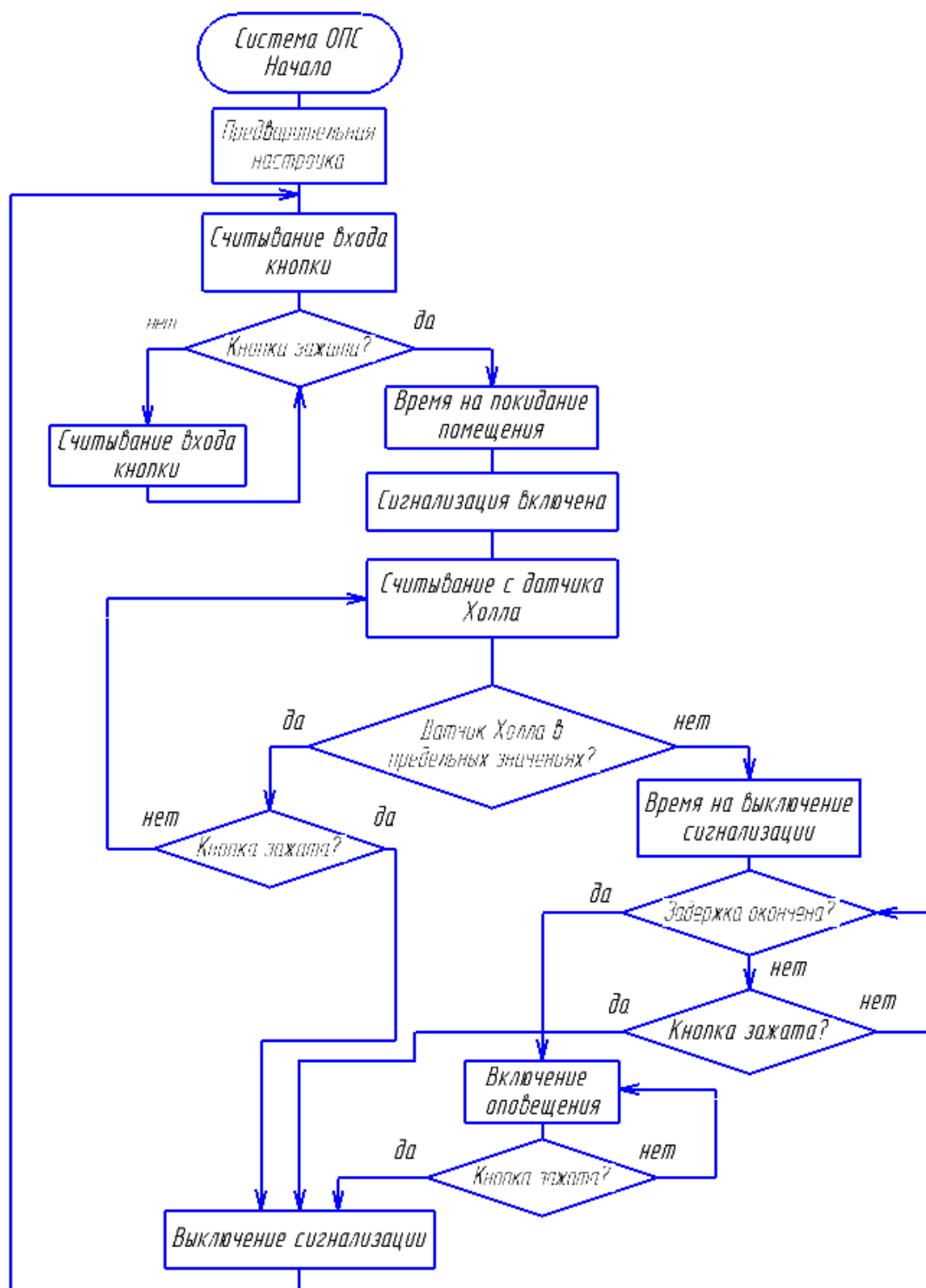


Рисунок 29- Блок-схема алгоритма программы ОПС

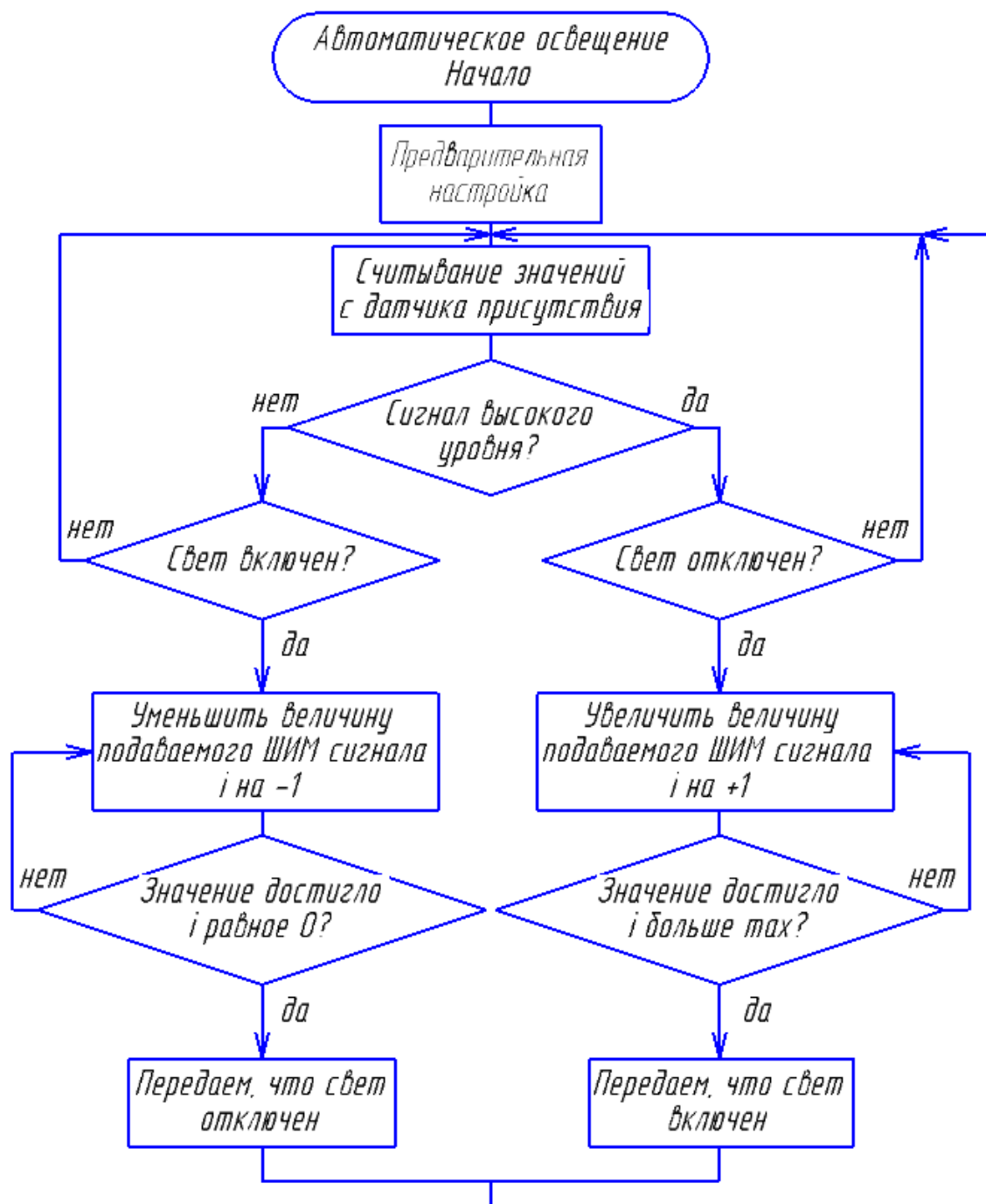


Рисунок 30 - Блок-схема алгоритма программы автоматического освещения

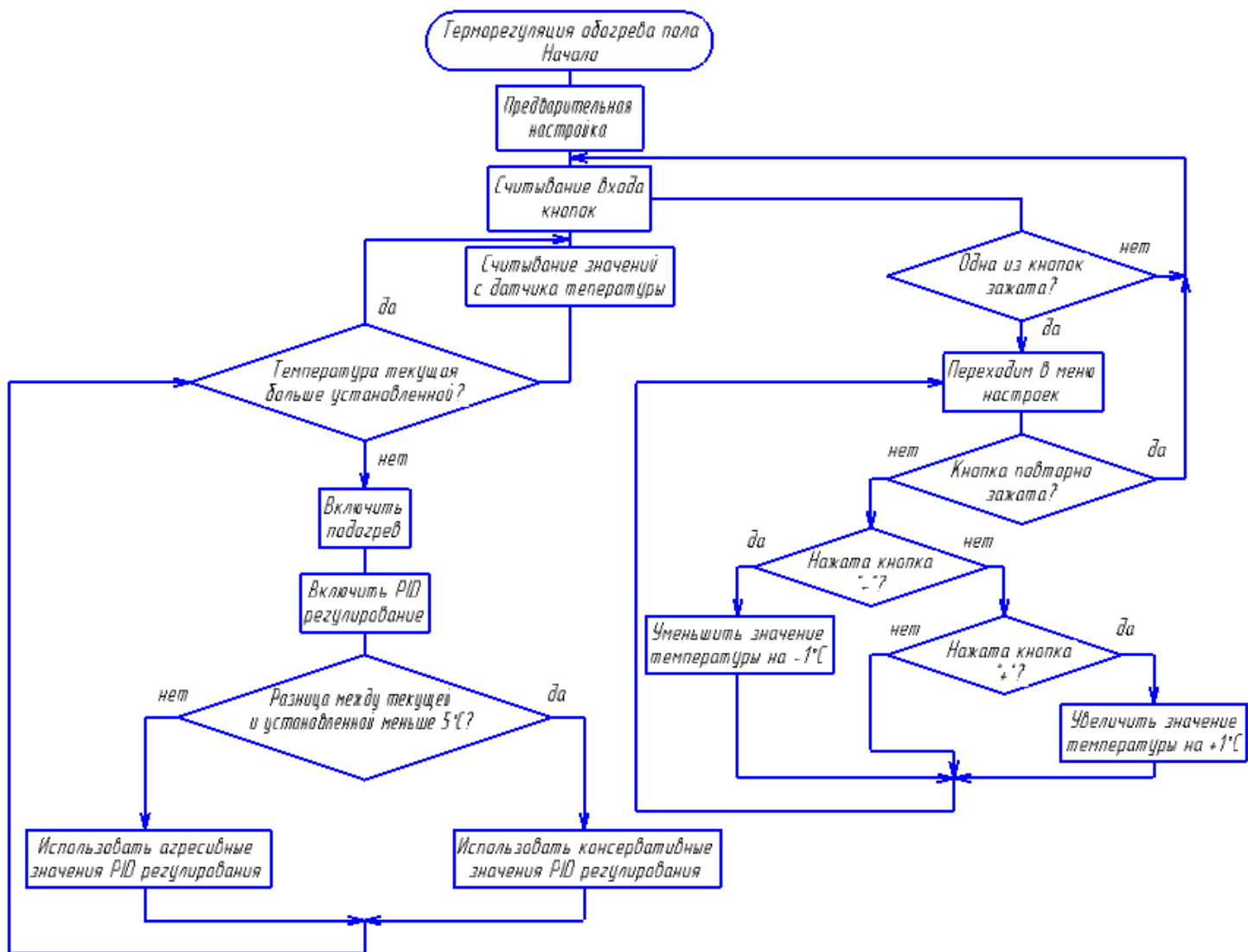


Рисунок 31 - Блок-схема алгоритма программы регулирования обогрева пола

После составления алгоритмов, можно приступить к написанию самой программы.

В каждой из программ присутствует комментарии, описывающие те или иные процессы, проходящие в ней.

В процессе составления программ были использованы библиотеки, такие как:

- OneWire - стандартная библиотека, созданная компанией Dallas Semiconductor для регулирования разработанного ими продукта, к которому относится датчик температуры DS18B20;

- PID_v1 - данная библиотека представляет собой регулятор ШИМ сигнала, в зависимости от изменения параметра температуры;
- DHT - библиотека для управления датчиками температуры и влажности DHT, в нашем случае, это датчик DHT11;
- Wire и LiquidCrystal_I2C - библиотеки предназначенные для управления LCD-дисплея с встроенным I2Cмодулем.
- EEPROM - библиотека для записи в энергонезависимую память Arduino данных, которые при его отключения не теряет данные, записанные в нее. Данной библиотекой будем пользоваться для записи желаемой температуры обогрева пола. Стоит также отметить, что частые записи EEPROM не рекомендуется, так как она подлежит старению, т.е. имеется ограничение максимального количества записей в нее.

Использования ПИД регулятора в системе автоматического обогрева пола обусловлена тем, что наша система инерционная, и возможны колебания температуры, то и изменение обогрева пола тоже должно быть колебательным, причем каждое новое колебание будет зависеть от изменения температуры. ПИД регулятор состоит из трех основных составляющих, а это: пропорциональная составляющая(K_p), интегральная составляющая(K_i) и дифференциальная составляющая(K_d). При малой разности в параметрах температуры заданной и текущей использует консервативные параметры, а при высоком расхождении в значениях использует агрессивные параметры.

В дальнейшем было решено объединить систему автоматического освещения с системой ОПС и системой автоматического обогрева теплого пола. Листинг программ автоматического обогрева пола и ОПС представлены в приложениях 5 и 6 соответственно.

3. Практическая реализация проекта

3.1. Изготовление системы

Изготовление установки осуществлялось в соответствии с разработанной принципиальной электрической схемой, представленной на рисунке 27 и перечню элементов, представленной в приложение 1. При сборке стенда, было решено изменить его размеры. Все изменения связаны с рядом причин: ошибки при сборе из-за человеческого фактора; обдуманное изменение размеров для более компактного расположения элементов, а также из-за решения процарапать самостоятельно пол из фольгированного текстолита.

Решение не покупать готовый вариант теплого пола, как описывалось ранее, пришло из-за соображений сэкономить денег, так как цена на обогревательные элементы слишком велика. Принцип процарапывания фольгированного текстолита представлен на рисунке 32:

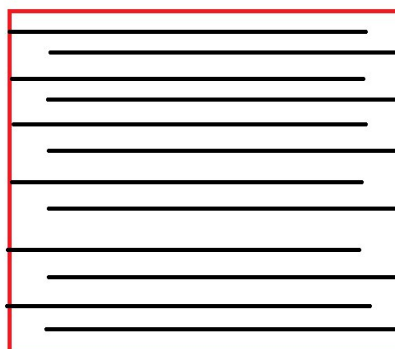


Рисунок 32 - Принцип процарапывания фольгированного текстолита

Метод выбора толщины дорожек был рассчитан и описан далее. Для начала, нужно было рассчитать относительный коэффициент K . Для этого, был проведен пробный эксперимент на медной дорожке текстолита длиной 200 мм и шириной 4 мм при токе 1,94А, имея падение напряжения 39 мВ.

Следовательно, сопротивление дорожки:

$$R = \frac{39\text{мВ}}{1,94\text{А}} = 0,02 \text{ Ом}$$

Определим коэффициент К относительно длины и ширины дорожки:

$$K = R * \frac{4\text{мм}}{200\text{мм}} = 4,021 * 10^{-4} \text{ Ом} * \frac{\text{мм}}{\text{мм}}$$

На площадке шириной 144 мм и длиной 155 мм рассчитаем сопротивление и длину дорожки при толщине дорожки 1,5 мм, а также с учетом толщины "царапалки" равной 0,5 мм.

$$l = \frac{144 \text{ мм} * 155 \text{ мм}}{1,5\text{мм} + 0,5\text{мм}} = 1,1 * 10^4 \text{ мм}$$

$$R = K * \frac{1}{1,5\text{мм}} = 3 \text{ Ом}$$

При толщине дорожки в 1мм аналогично провел расчеты и получил следующие значения: $l=1,5*10^4$ мм, а $R=6$ Ом. Было решено, что будет сложно процарапать 15 метров дорожки толщиной 1мм, и было выбрана длина 11м с толщиной 1,5мм.

В дальнейшем, были процарапаны дорожки в соответствие с рассчитанными значениями. Практически провел замер величины тока, при падении напряжении на обогревателе 4,72В. В результате получил величину тока равную 1,3А.

Исходя из полученных значений, было рассчитано, по закону Ома, сопротивление нагревательного элемента:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{4,72\text{В}}{1,3\text{А}} = 3,63 \text{ Ом}$$

Отличие сопротивления полученного на практике от сопротивления рассчитанного заключается в том, что из-за человеческого фактора и ухудшения остроты резного лезвия некоторые дорожки получались тоньше, чем рассчитывалось, отсюда и увеличение сопротивления.

Такие элементы как ArduinoUno и датчик температуры и влажности DHT11 разместили на стенде при помощи латунных проставок на винты

диаметром 3мм. Датчик температуры закрепили на имитированном теплом полу плоской стороной, предварительно смазав контактную сторону термодатчика термопастой для лучшего теплового контакта с нагреваемой поверхностью. Остальные элементы закрепили на стенде термоклеем. Все провода от датчиков провели под предварительной подрезанными краями стенки между первой и второй секцией стенда. Практически реализованный стенд изображен на рисунках 33, 34, 35 и 36.



Рисунок 33 - Снимок горизонтальной проекции



Рисунок 34 - Снимок первой секции стенда

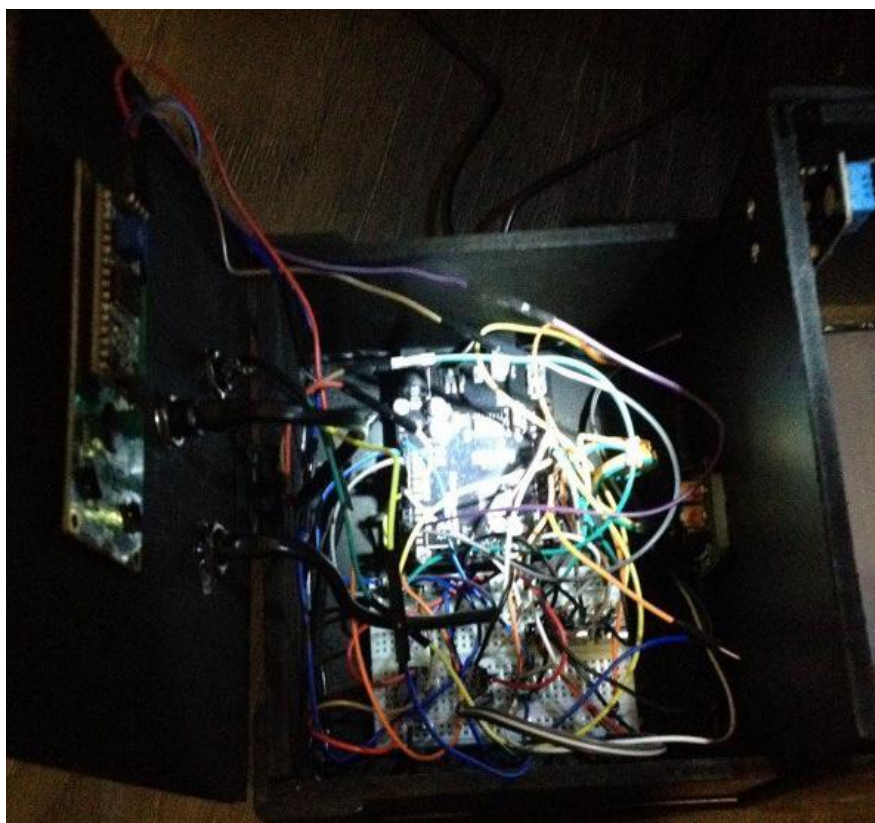


Рисунок 35 - Снимок второй секции стенда



Рисунок 36 - Снимок имитирующей охранную систему двери

3.2. Проверка и отладка программной части устройства

Вследствие наличия вероятности выхода из строя EEPROM, было решено, не использовать данную функцию.

Также, были подрегулированы пороги значений датчика Холла, при которых программа выдавал состояние закрытой двери. Данное действие было проведено благодаря следующей программе:

```
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  Serial.println(analogRead(0));
  delay(500);
}
```

Медленно отводя и подводя магнит, закрепленный на двери, к датчику Холла, получили значения в Serialmonitor, представленные на рисунке 37. Исходя из полученных значений, отредактировал в программном коде ОПС разброс параметров при закрытой двери.

Для наглядности ОПС, был установлен порог срабатывания пожарной сигнализации в 28°C. Данное решение, было принято исходя из среднего значения комнатной температуры, чтобы датчик срабатывал при температуре превышающей ее.

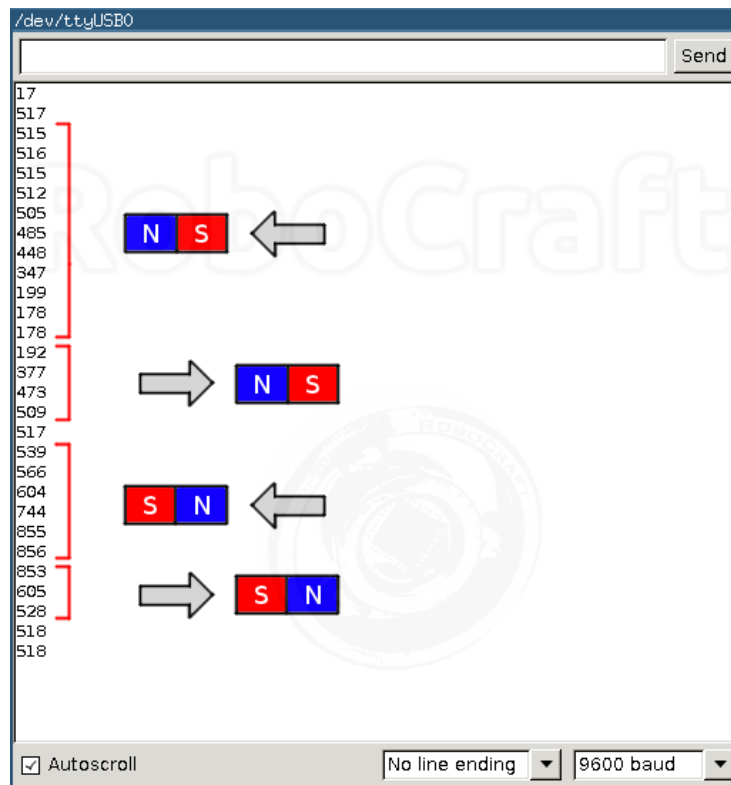


Рисунок 37 - Считанные значения датчика Холла в Serialmonitor

3.3. Инструкция по использованию макета

Данный пункт является обязательным для рассмотрения, так как макет будет использоваться не только как демонстрационное пособие для обучения студентов, но и в качестве профагитационных мероприятий для школьников.

В инструкции по эксплуатации стенда будет описываться краткая информация, объемом не более чем в один лист. В качестве предоставленной информации будет фигурировать такие важные моменты как:

- Способ включения каждой отдельно взятой системы умного дома;
- Метод контроля и управления параметрами каждой системы;
- Графическое изображение результатов контроля каждой из систем.

Готовый вариант инструкции по использованию макета системы умного дома представлен в приложениях 3 и 4.

4. Безопасность проекта

В процессе практического сбора макета, возникает необходимость в использовании ручного и электрического инструмента. Во время движения запрещается переносить инструменты по направлению к человеку колющей или режущей стороной, так как способны нанести вред организму. Перед работой с электричеством следует убедиться в отсутствие разрывов изоляции или самого кабеля, а также в отсутствие оголенных проводов. В случае обнаружения запаха гари, дым или искрение, следует обесточить стенд. Следует убедиться, при работе с ручными инструментами, в наличие на них изоляционного слоя. В процессе работы с паяльным аппаратом, следует находиться в проветриваемом помещении. Обязательным условием в процессе пайки, является наличие очков респираторов, для предотвращения попадания испарений в глаза. В случае возникновения трудностей дыхательного процесса, следует провести замену респиратора.

Следует не допускать долговременное нагревание компонентов в процессе пайки, так как может привести к их выводу из строя элементов. В случае попадания паяльных кислот на кожу, следует незамедлительно смыть водой.

Перед запитыванием схемы необходимо устранить разрывы или заменить отсутствующие проводники, при их обнаружении в процессе проверки целостности всех проводников. После чего подключить питание. Если же, неисправность схемы была обнаружена в процессе работы, необходимо тут же отключить схему от источника питания, после чего произвести устранение неполадок.

Заключение

В ходе выполнения бакалаврской работы, была проведена работа по исследованию существующих функций системы умного дома, рассмотрены их плюсы и минусы. Исходя из рассмотренных уже существующих систем умного дома, было определено наиболее перспективное развитие проекта. На основе полученной информации была обоснована актуальность данной темы. Разработана схема электрическая принципиальная. Все элементы были подобраны исходя из необходимых параметров. Также был сконструирован сборочный чертеж стенда, на котором размещаются все элементы системы. Разработан алгоритм программной части для функционирования каждой из подсистем. На основе полученного алгоритма были составлены программы отдельных подсистем и их централизованная версия. Произведена оценка безопасности проекта. Также была составлена краткая инструкция по правилам эксплуатации макета.

Список использованной литературы

1. ГОСТ 2.104-68. Единая система конструкторской документации. Основные надписи. – Введ. 1971-01-01. – М.: Госстандарт СССР: Изд-во стандартов, 1970.- 27с.: ил.
2. ГОСТ 2.701-84. Единая система конструкторской документации. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению. – Введ. 1985-07-01. – М.: Госстандарт СССР: Изд-во стандартов, 1984.- 11с.: ил.
3. ГОСТ 2.106-96. Единая система конструкторской документации. Текстовые документы. – Введ. 1997-07-01. – М.: Госстандарт РФ: Изд-во стандартов, 1996.- 39с.: ил.
4. ГОСТ 2.105-95. Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам. – Введ. 1996-07-01. – М.: Госстандарт РФ: Изд-во стандартов, 1994.- 19с.: ил.
5. ГОСТ 2.701-84. Единая система конструкторской документации. Правила выполнения схем.-Введ. 1985-07-01. – М.: Госстандарт СССР: Изд-во стандартов, 1994.- 11с.: ил.
6. ГОСТ 7.32-2001. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления. – Введ. 2002-07-01. – М.: Госстандарт РФ: Изд-во стандартов, 2001.- 23с.
7. Александров К.К. Электротехнические чертежи и схемы / К.К. Александров, Е.Г. Кузьмина - М.: Энергоатомиздат, 1990.- 288с.
8. Болл Стюарт Р. Аналоговые интерфейсы микроконтроллеров / Р. Болл Стюарт - М.: Издательский дом «Додэка - XXI», 2007.- 360с.
9. Забродин Ю.С. Промышленная электроника / Ю.С. Забродин - М.: Высшая школа, 1982.- 496с.
10. Мелешин В.И. Транзисторная преобразовательная техника / В.И. Мелешин - М.: Техносфера, 2006.- 632с.
11. Петин В.А. Проекты с использованием контроллера Arduino / В.А. Петин - СПб.: БХВ-Петербург, 2014.- 400с.

12. Соммер У. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freeduino / У. Соммер - СПб.: БХВ-Петербург, 2012- 256с.
13. DHT-11. [Электронный ресурс]: документация. – режим доступа: <http://www.micropik.com/PDF/dht11.pdf>
14. DS18B20. [Электронный ресурс]: документация. – режим доступа: <https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temp/DS18B20.pdf>
15. HC-SR501. [Электронный ресурс]: документация. – режим доступа: <http://www.datasheetspdf.com/datasheet/HC-SR501.html>
16. I2C 1602 Serial LCD Module. [Электронный ресурс]: документация. – режим доступа: <https://opencircuit.nl/ProductInfo/1000061/I2C-LCD-interface.pdf>
17. SS49E. [Электронный ресурс]: документация. – режим доступа: <http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/473135/SECELECTRONICS/SS49E.html>
18. Датчики движения. Основные виды датчиков и их особенности [Электронный ресурс]: статья. – режим доступа: <https://rozetkaonline.ru/poleznie-stati-o-rozetkah-i-vikluchateliah/item/54-datchiki-dvizheniya-osnovnye-vidy-i-ikh-osobennosti-oblasti-primeneniya>
19. Терморегуляторы компании Теплолюкс [Электронный ресурс]: статья. – режим доступа: https://www.teploluxe.ru/bytovye_resheniya/termoregulyatory/
20. Электрический теплый пол компании Теплолюкс [Электронный ресурс]: статья. – режим доступа: https://www.teploluxe.ru/bytovye_resheniya/teplyy-pol/elektricheskiy/
21. Effendi M.S.M., Shayfull Z., Saad M.S., Nasir S.M. A New Invention of Alarm Reminder. //International Journal of Engineering and Technology, 2016. URL: <http://www.enggjournals.com/ijet/docs/IJET16-08-01-038.pdf>.
22. Lagüela-Lópe S., Solla-Carracelas M., Díaz-Vilariño L. Inspection of Radiant Heating Floor Applying Non-Destructive Testing Techniques: GPR and IRT. // Dyna, 2015. URL: <https://doaj.org/article/13adeb549ed547988b1046bafb702a00>.

23. Santoso B., Jeffri A., Novradin A.M. Design and Implementation of Modular Home Security System with Short Messaging System. // EPJ Web of Conferences, 2014. URL: <https://doaj.org/article/21e079f835674b7c88ccfbec03e7be71>.

24. Thieblemont H., Haghighat F. Thermal Energy Storage for Building Load Management: Application to Electrically Heated Floor. // Applied Sciences, 2016. URL: <https://doaj.org/article/0bd71fceed3c4e089eaf7c99a7306144>.

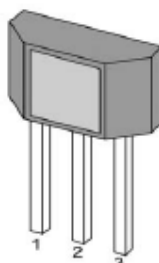
25. Zubov D. An Energy-Saving Concept of the Smart Building Power Grid with Separated Lines for Standby Devices. // Brain: Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience, 2016. URL: <https://doaj.org/article/ac6aa6c68a1841e7bc398e49345d0dbf>.

Приложение 2. Справочные данные используемых элементов



SS49E Linear Hall Effect Sensor

Pinning



Pin Description

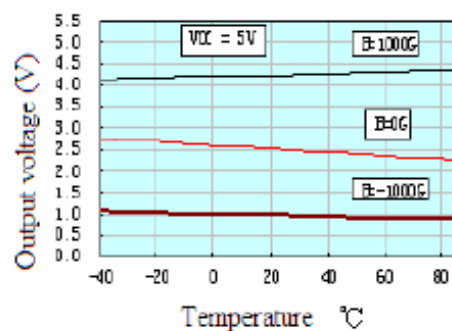
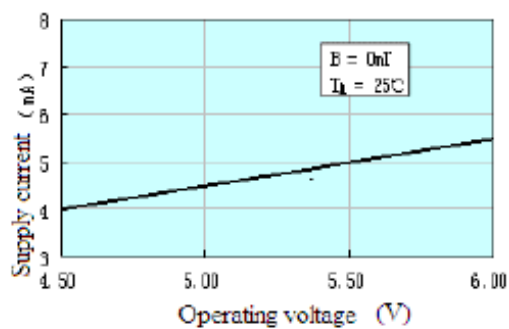
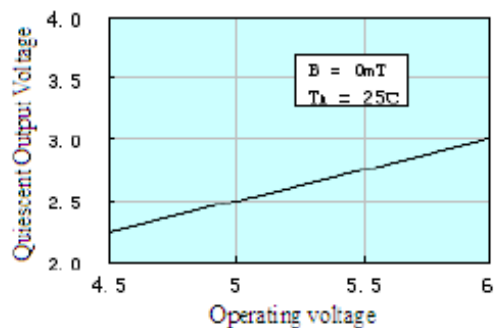
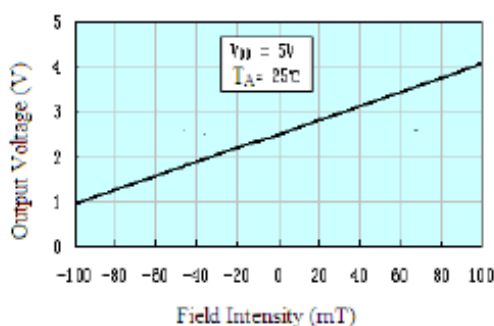
Name	No	Status	Description
Vdd	1	P	Power Supply
Gnd	2	P	IC Ground
Output	3	O	Output

Absolute Maximum Ratings

Parameter	Symbol	Value	Units
Supply Voltage (operating)	V_{CC}	8.0	V
Output Current	I_{OUT}	20	mA
Operating Temperature Range	T_A	-40~85	°C
Storage Temperature Rang	T_S	-65~150	°C

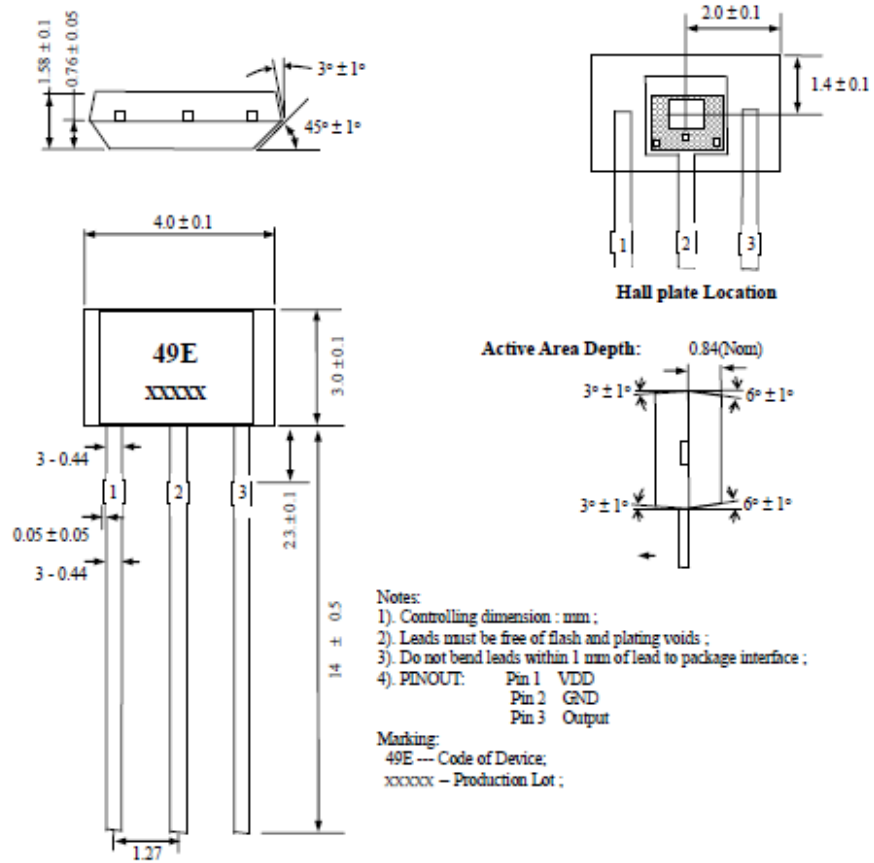
Electrical Characteristics (TA=25°C, VCC=5.0V)

Parameter	Symbol	Test Conditions	Min	Typ	Max	Units
Operating voltage	V _{CC}	Operating	3.0		6.5	V
Supply current	I _{CC}	Average		4.2	8.0	mA
Output Current	I _{OUT}		1.0	1.5		mA
Response Time	T _{ACK}			3		μs
Quiescent Output Voltage	V _O	B=0G	2.25	2.5	2.75	V
Sensitivity	ΔV _{OUT}	TA=25°C	1.6	1.8	2.0	mV/G
Min Output Voltage		B=-1500G		0.86		V
Max Output Voltage		B=1500G		4.21		V

Performance Characteristics


Package Information

Package UA, 3-Pin SIP:



Ordering Information

Part No.	Pb-free	Temperature Code	Package Code	Packing
SS49E	YES	-40°C to 85°C	TO-92	Bulk, 1000 pieces/bag



DS18B20 Programmable Resolution 1-Wire® Digital Thermometer

www.dalsemi.com

FEATURES

- Unique 1-Wire interface requires only one port pin for communication
- Multidrop capability simplifies distributed temperature sensing applications
- Requires no external components
- Can be powered from data line. Power supply range is 3.0V to 5.5V
- Zero standby power required
- Measures temperatures from -55°C to +125°C. Fahrenheit equivalent is -67°F to +257°F
- $\pm 0.5^\circ\text{C}$ accuracy from -10°C to +85°C
- Thermometer resolution is programmable from 9 to 12 bits
- Converts 12-bit temperature to digital word in 750 ms (max.)
- User-definable, nonvolatile temperature alarm settings
- Alarm search command identifies and addresses devices whose temperature is outside of programmed limits (temperature alarm condition)
- Applications include thermostatic controls, industrial systems, consumer products, thermometers, or any thermally sensitive system

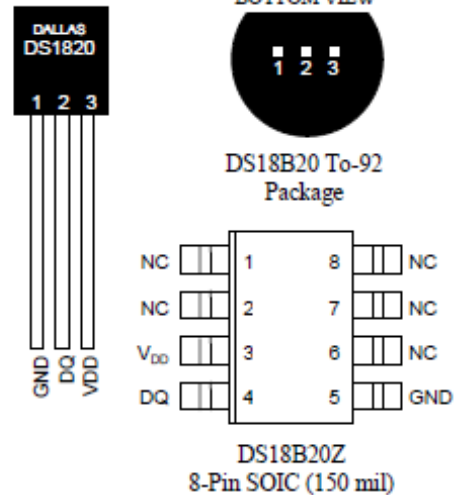
DESCRIPTION

The DS18B20 Digital Thermometer provides 9 to 12-bit (configurable) temperature readings which indicate the temperature of the device.

Information is sent to/from the DS18B20 over a 1-Wire interface, so that only one wire (and ground) needs to be connected from a central microprocessor to a DS18B20. Power for reading, writing, and performing temperature conversions can be derived from the data line itself with no need for an external power source.

Because each DS18B20 contains a unique silicon serial number, multiple DS18B20s can exist on the same 1-Wire bus. This allows for placing temperature sensors in many different places. Applications where this feature is useful include HVAC environmental controls, sensing temperatures inside buildings, equipment or machinery, and process monitoring and control.

PIN ASSIGNMENT



PIN DESCRIPTION

- GND - Ground
 DQ - Data In/Out
 V_{DD} - Power Supply Voltage
 NC - No Connect

DETAILED PIN DESCRIPTION Table 1

PIN SPIN SOIC	PIN TO92	SYMBOL	DESCRIPTION
5	1	GND	Ground.
4	2	DQ	Data Input/Output pin. For 1-Wire operation: Open drain. (See "Parasite Power" section.)
3	3	V _{DD}	Optional V _{DD} pin. See "Parasite Power" section for details of connection. V _{DD} must be grounded for operation in parasite power mode.

DS18B20Z (8-pin SOIC): All pins not specified in this table are not to be connected.

OVERVIEW

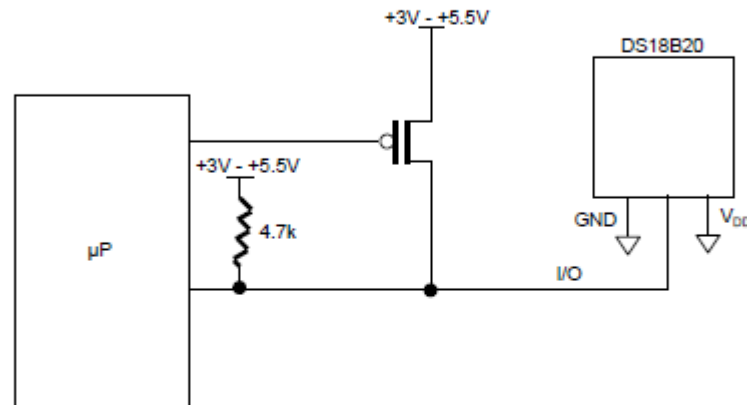
The block diagram of Figure 1 shows the major components of the DS18B20. The DS18B20 has four main data components: 1) 64-bit lasered ROM, 2) temperature sensor, 3) nonvolatile temperature alarm triggers TH and TL, and 4) a configuration register. The device derives its power from the 1-Wire communication line by storing energy on an internal capacitor during periods of time when the signal line is high and continues to operate off this power source during the low times of the 1-Wire line until it returns high to replenish the parasite (capacitor) supply. As an alternative, the DS18B20 may also be powered from an external 3 volt - 5.5 volt supply.

Communication to the DS18B20 is via a 1-Wire port. With the 1-Wire port, the memory and control functions will not be available before the ROM function protocol has been established. The master must first provide one of five ROM function commands: 1) Read ROM, 2) Match ROM, 3) Search ROM, 4) Skip ROM, or 5) Alarm Search. These commands operate on the 64-bit lasered ROM portion of each device and can single out a specific device if many are present on the 1-Wire line as well as indicate to the bus master how many and what types of devices are present. After a ROM function sequence has been successfully executed, the memory and control functions are accessible and the master may then provide any one of the six memory and control function commands.

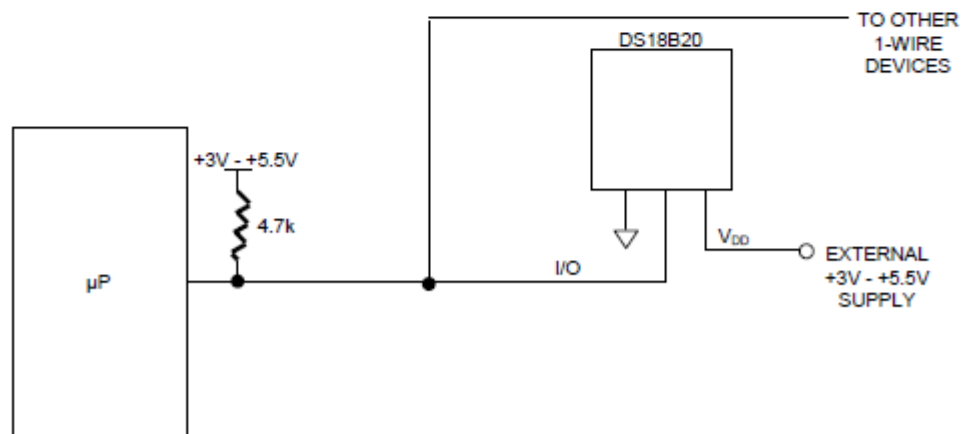
One control function command instructs the DS18B20 to perform a temperature measurement. The result of this measurement will be placed in the DS18B20's scratch-pad memory, and may be read by issuing a memory function command which reads the contents of the scratchpad memory. The temperature alarm triggers TH and TL consist of 1 byte EEPROM each. If the alarm search command is not applied to the DS18B20, these registers may be used as general purpose user memory. The scratchpad also contains a configuration byte to set the desired resolution of the temperature to digital conversion. Writing TH, TL, and the configuration byte is done using a memory function command. Read access to these registers is through the scratchpad. All data is read and written least significant bit first.

For situations where the bus master does not know whether the DS18B20s on the bus are parasite powered or supplied with external V_{DD} , a provision is made in the DS18B20 to signal the power supply scheme used. The bus master can determine if any DS18B20s are on the bus which require the strong pullup by sending a Skip ROM protocol, then issuing the read power supply command. After this command is issued, the master then issues read time slots. The DS18B20 will send back "0" on the 1-Wire bus if it is parasite powered; it will send back a "1" if it is powered from the V_{DD} pin. If the master receives a "0," it knows that it must supply the strong pullup on the DQ line during temperature conversions. See "Memory Command Functions" section for more detail on this command protocol.

STRONG PULLUP FOR SUPPLYING DS18B20 DURING TEMPERATURE CONVERSION Figure 2



USING V_{DD} TO SUPPLY TEMPERATURE CONVERSION CURRENT Figure 3



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS*

Voltage on Any Pin Relative to Ground	-0.5V to +6.0V
Operating Temperature	-55°C to +125°C
Storage Temperature	-55°C to +125°C
Soldering Temperature	See J-STD-020A specification

* This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operation sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods of time may affect reliability.

RECOMMENDED DC OPERATING CONDITIONS

PARAMETER	SYMBOL	CONDITION	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
Supply Voltage	V_{DD}	Local Power	3.0		5.5	V	1
Data Pin	DQ		-0.3		+5.5	V	1
Logic 1	V_{IH}		2.2		$V_{CC}+0.3$	V	1,2
Logic 0	V_{IL}		-0.3		+0.8	V	1,3,7

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (-55°C to +125°C; $V_{DD}=3.0V$ to 5.5V)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITION	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
Thermometer Error	t_{ERR}	-10°C to +85°C			$\pm\frac{1}{2}$	°C	
		-55°C to +125°C			± 2		
Input Logic High	V_{IH}	Local Power	2.2		5.5	V	1,2
		Parasite Power	3.0			V	1,2
Input Logic Low	V_{IL}		-0.3		+0.8	V	1,3,7
Sink Current	I_L	$V_{IO}=0.4V$	-4.0			mA	1
Standby Current	I_{DDs}			750	1000	nA	6,8
Active Current	I_{DD}			1	1.5	mA	4
DQ-Input Load Current	I_{DQ}			5		μA	5

AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS: NV MEMORY(-55°C to +125°C; $V_{DD}=3.0V$ to 5.5V)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITION	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
NV Write Cycle Time	t_{wr}			2	10	ms	
EEPROM Writes	N_{EEWR}	-55°C to +55°C	50k			writes	
EEPROM Data Retention	t_{EDR}	-55°C to +55°C	10			years	

AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS: (-55°C to +125°C; $V_{DD}=3.0V$ to 5.5V)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITION	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
Temperature Conversion Time	t_{CONV}	9 bit			93.75	ms	
		10 bit			187.5		
		11 bit			375		
		12 bit			750		
Time Slot	t_{SLOT}		60		120	μs	
Recovery Time	t_{REC}		1			μs	
Write 0 Low Time	t_{LOW0}		60		120	μs	
Write 1 Low Time	t_{LOW1}		1		15	μs	
Read Data Valid	t_{RDV}				15	μs	
Reset Time High	t_{RSTH}		480			μs	
Reset Time Low	t_{RSTL}		480			μs	9
Presence Detect High	t_{PDHIGH}		15		60	μs	
Presence Detect Low	t_{PDLow}		60		240	μs	
Capacitance	C_{INOUT}				25	pF	

NOTES:

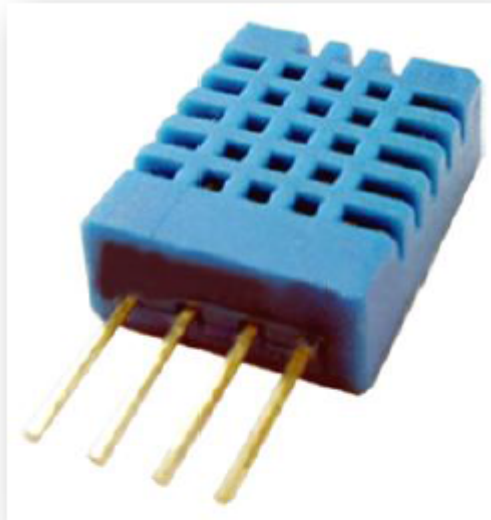
- All voltages are referenced to ground.
- Logic one voltages are specified at a source current of 1 mA.
- Logic zero voltages are specified at a sink current of 4 mA.
- Active current refers to either temperature conversion or writing to the E² memory. Writing to E² memory consumes approximately 200 μA for up to 10 ms.
- Input load is to ground.
- Standby current specified up to 70°C. Standby current typically is 3 μA at 125°C.
- To always guarantee a presence pulse under low voltage parasite power conditions, V_{ILMAX} may have to be reduced to as much as 0.5V.
- To minimize I_{DDs} , DQ should be: $GND \leq DQ \leq GND + 0.3V$ or $V_{DD} - 0.3V \leq DQ \leq V_{DD}$.
- Under parasite power, the max t_{RSTL} before a power on reset occurs is 960 μs .

DHT 11 Humidity & Temperature Sensor



1. Introduction

This DFRobot DHT11 Temperature & Humidity Sensor features a temperature & humidity sensor complex with a calibrated digital signal output. By using the exclusive digital-signal-acquisition technique and temperature & humidity sensing technology, it ensures high reliability and excellent long-term stability. This sensor includes a resistive-type humidity measurement component and an NTC temperature measurement component, and connects to a high-performance 8-bit microcontroller, offering excellent quality, fast response, anti-interference ability and cost-effectiveness.



Each DHT11 element is strictly calibrated in the laboratory that is extremely accurate on humidity calibration. The calibration coefficients are stored as programmes in the OTP memory, which are used by the sensor's internal signal detecting process. The single-wire serial interface makes system integration quick and easy. Its small size, low power consumption and up-to-20 meter signal transmission making it the best choice for various applications, including those most demanding ones. The component is 4-pin single row pin package. It is convenient to connect and special packages can be provided according to users' request.

2. Technical Specifications:

Overview:

Item	Measurement Range	Humidity Accuracy	Temperature Accuracy	Resolution	Package
DHT11	20-90%RH 0-50 °C	±5%RH	±2°C	1	4 Pin Single Row

Detailed Specifications:

Parameters	Conditions	Minimum	Typical	Maximum
Humidity				
Resolution		1%RH	1%RH	1%RH
			8 Bit	
Repeatability			± 1%RH	
Accuracy	25°C		± 4%RH	
	0-50°C			± 5%RH
Interchangeability	Fully Interchangeable			
Measurement Range	0°C	30%RH		90%RH
	25°C	20%RH		90%RH
	50°C	20%RH		80%RH
Response Time (Seconds)	1/e(63%)25°C, 1m/s Air	6 S	10 S	15 S
Hysteresis			± 1%RH	
Long-Term Stability	Typical		± 1%RH/year	
Temperature				
Resolution		1°C	1°C	1°C
			8 Bit	8 Bit
Repeatability			± 1°C	
Accuracy		± 1°C		± 2°C
Measurement Range		0°C		50°C
Response Time (Seconds)	1/e(63%)	6 S		30 S

3. Typical Application (Figure 1)

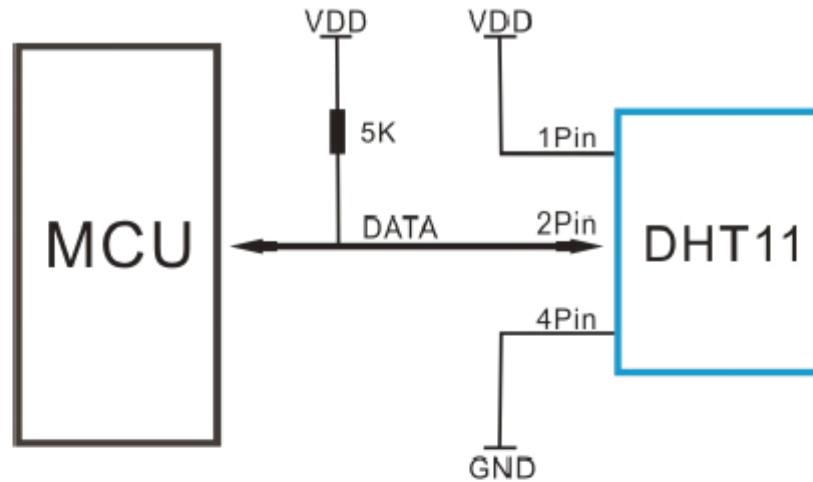


Figure 1 Typical Application

Note: 3Pin – Null; MCU = Micro-computer Unite or single chip Computer

When the connecting cable is shorter than 20 metres, a 5K pull-up resistor is recommended; when the connecting cable is longer than 20 metres, choose a appropriate pull-up resistor as needed.

4. Power and Pin

DHT11's power supply is 3-5.5V DC. When power is supplied to the sensor, do not send any instruction to the sensor in within one second in order to pass the unstable status. One capacitor valued 100nF can be added between VDD and GND for power filtering.

5. Communication Process: Serial Interface (Single-Wire Two-Way)

Single-bus data format is used for communication and synchronization between MCU and DHT11 sensor. One communication process is about 4ms.

Data consists of decimal and integral parts. A complete data transmission is 40bit, and the sensor sends higher data bit first.

Data format: 8bit integral RH data + 8bit decimal RH data + 8bit integral T data + 8bit decimal T data + 8bit check sum. If the data transmission is right, the check-sum should be the last 8bit of "8bit integral RH data + 8bit decimal RH data + 8bit integral T data + 8bit decimal T data".

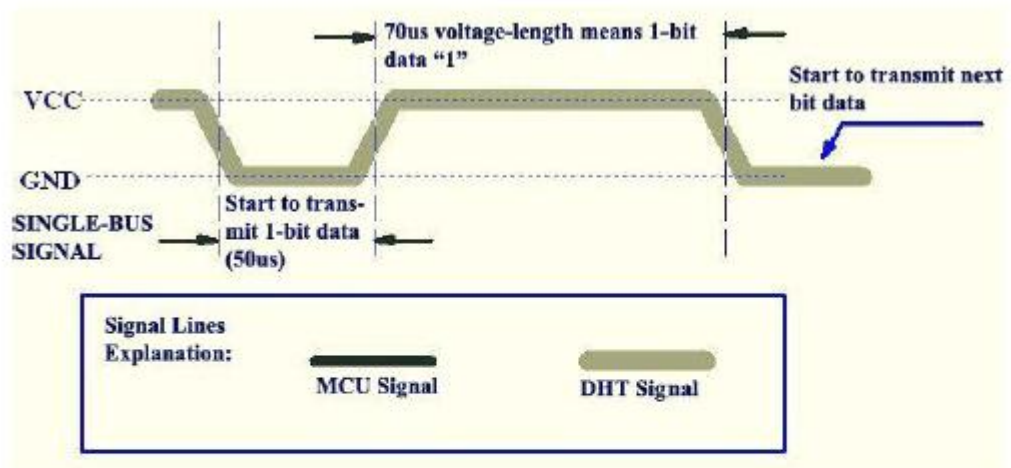


Figure 5 Data "1" Indication

If the response signal from DHT is always at high-voltage-level, it suggests that DHT is not responding properly and please check the connection. When the last bit data is transmitted, DHT11 pulls down the voltage level and keeps it for 50us. Then the Single-Bus voltage will be pulled up by the resistor to set it back to the free status.

6. Electrical Characteristics

VDD=5V, T = 25°C (unless otherwise stated)

	Conditions	Minimum	Typical	Maximum
Power Supply	DC	3V	5V	5.5V
Current Supply	Measuring	0.5mA		2.5mA
	Average	0.2mA		1mA
	Standby	100uA		150uA
Sampling period	Second	1		

Note: Sampling period at intervals should be no less than 1 second.

7. Attentions of application

(1) Operating conditions

Applying the DHT11 sensor beyond its working range stated in this datasheet can result in 3%RH signal shift/discrepancy. The DHT11 sensor can recover to the calibrated status gradually when it gets back to the normal operating condition and works within its range. Please refer to (3) of



STP16NF06 STP16NF06FP

N-channel 60V - 0.08Ω - 16A - TO-220/TO-220FP
STripFET™ II Power MOSFET

General features

Type	V _{DSS}	R _{DS(on)}	I _D
STP16NF06	60V	<0.1Ω	16A
STP16NF06FP	60V	<0.1Ω	11A

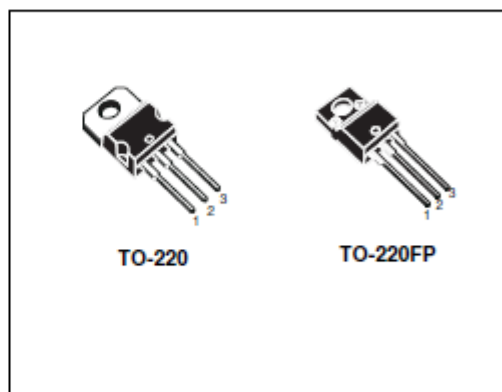
- Exceptional dv/dt capability
- Low gate charge at 100°C
- Application oriented characterization

Description

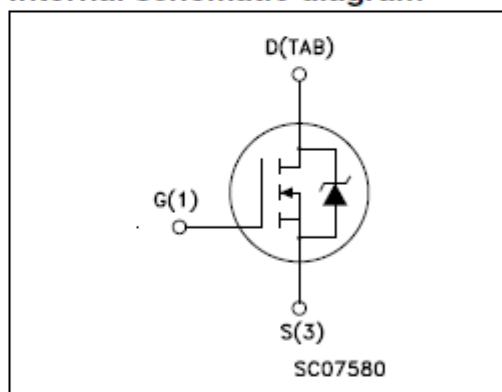
This Power MOSFET is the latest development of STMicroelectronics unique "Single Feature Size™" strip-based process. The resulting transistor shows extremely high packing density for low on-resistance, rugged avalanche characteristics and less critical alignment steps therefore a remarkable manufacturing reproducibility.

Applications

- Switching application



Internal schematic diagram



Order codes

Part number	Marking	Package	Packaging
STP16NF06	P16NF06	TO-220	Tube
STP16NF06FP	P16NF06	TO-220FP	Tube

1 Electrical ratings

Table 1. Absolute maximum ratings

Symbol	Parameter	Value		Unit
		TO-220	TO-220FP	
V_{DS}	Drain-source voltage ($V_{GS} = 0$)	60		V
V_{GS}	Gate- source voltage	± 20		V
I_D	Drain current (continuous) at $T_C = 25^\circ\text{C}$	16	11 ⁽¹⁾	A
I_D	Drain current (continuous) at $T_C = 100^\circ\text{C}$	11	7.5 ⁽¹⁾	A
$I_{DM}^{(2)}$	Drain current (pulsed)	64	44 ⁽¹⁾	A
P_{tot}	Total dissipation at $T_C = 25^\circ\text{C}$	45	25	W
	Derating factor	0.3	0.17	W/°C
$dv/dt^{(3)}$	Peak diode recovery voltage slope	20		V/ns
$E_{AS}^{(4)}$	Single pulse avalanche energy	130		mJ
I_{AR}	Avalanche current, repetitive or not-repetitive	16		A
V_{ISO}	Insulation withstand voltage (DC)	--	2500	V
T_{stg}	Storage temperature	-55 to 175		°C
T_J	Max. operating junction temperature			

1. Current limited by package's thermal resistance
2. Pulse width limited by safe operating area.
3. $I_{SD} \leq 16\text{A}$, $di/dt \leq 200\text{A}/\mu\text{s}$, $V_{DD} \leq V_{(BR)DSS}$, $T_J \leq T_{JMAX}$
4. Starting $T_J = 25^\circ\text{C}$, $I_D = 8\text{A}$, $V_{DD} = 30\text{V}$

Table 2. Thermal data

		TO-220	TO-220FP	
$R_{thj-case}$	Thermal resistance junction-case max	3.33	6	°C/W
$R_{thj-amb}$	Thermal resistance junction-ambient max	62.5		°C/W
T_J	Maximum lead temperature for soldering purpose	300		°C

2 Electrical characteristics

($T_{CASE}=25^{\circ}C$ unless otherwise specified)

Table 3. On/off states

Symbol	Parameter	Test conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_{(BR)DSS}$	Drain-source breakdown voltage	$I_D = 250\mu A, V_{GS} = 0$	60			V
I_{DSS}	Zero gate voltage drain current ($V_{GS} = 0$)	$V_{DS} = \text{max ratings}$ $V_{DS} = \text{max ratings},$ $T_C = 125^{\circ}C$			1 10	μA μA
I_{GSS}	Gate-body leakage current ($V_{DS} = 0$)	$V_{GS} = \pm 20V$			± 100	nA
$V_{GS(th)}$	Gate threshold voltage	$V_{DS} = V_{GS}, I_D = 250\mu A$	2		4	V
$R_{DS(on)}$	Static drain-source on resistance	$V_{GS} = 10V, I_D = 8A$		0.08	0.1	Ω

Table 4. Dynamic

Symbol	Parameter	Test conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$g_{fs}^{(1)}$	Forward transconductance	$V_{DS} = 15V, I_D = 8A$		6.5		S
C_{iss} C_{oss} C_{rss}	Input capacitance Output capacitance Reverse transfer capacitance	$V_{DS} = 25V, f = 1MHz,$ $V_{GS} = 0$		315 70 30		pF pF pF
$t_{d(on)}$ t_r $t_{d(off)}$ t_f	Turn-on delay time Rise time Turn-off delay time Fall time	$V_{DD} = 30V, I_D = 8A$ $R_G = 4.7\Omega, V_{GS} = 10V$ (see <i>Figure 15</i>)		7 18 17 6		ns ns ns ns
Q_g Q_{gs} Q_{gd}	Total gate charge Gate-source charge Gate-drain charge	$V_{DD} = 48V, I_D = 16A,$ $V_{GS} = 10V$ (see <i>Figure 16</i>)		10 3.5 3.5	13	nC nC nC

1. Pulsed: Pulse duration = 300 μs , duty cycle 1.5%.

Table 5. Source drain diode

Symbol	Parameter	Test conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
I_{SD} $I_{SDM}^{(1)}$	Source-drain current Source-drain current (pulsed)				16 64	A A
$V_{SD}^{(2)}$	Forward on voltage	$I_{SD} = 16A, V_{GS} = 0$			1.3	V
t_{rr} Q_{rr} I_{RRM}	Reverse recovery time Reverse recovery charge Reverse recovery current	$I_{SD} = 15A,$ $di/dt = 100A/\mu s,$ $V_{DD} = 30V, T_J = 150^\circ C$ (see Figure 17)		50 88 3.5		ns nC A

1. Pulse width limited by safe operating area.

2. Pulsed: Pulse duration = 300 μs , duty cycle 1.5%

HC-SR501 PIR MOTION DETECTOR

Product Description

HC-SR501 is based on infrared technology, automatic control module, using Germany imported LHI778 probe design, high sensitivity, high reliability, ultra-low-voltage operating mode, widely used in various auto-sensing electrical equipment, especially for battery-powered automatic controlled products.

Specification:

- Voltage: 5V – 20V
- Power Consumption: 65mA
- TTL output: 3.3V, 0V
- Delay time: Adjustable (.3->5min)
- Lock time: 0.2 sec
- Trigger methods: L – disable repeat trigger, H enable repeat trigger
- Sensing range: less than 120 degree, within 7 meters
- Temperature: – 15 ~ +70
- Dimension: 32*24 mm, distance between screw 28mm, M2, Lens dimension in diameter: 23mm

Application:

Automatically sensing light for Floor, bathroom, basement, porch, warehouse, Garage, etc, ventilator, alarm, etc.

Features:

- Automatic induction: to enter the sensing range of the output is high, the person leaves the sensing range of the automatic delay off high, output low.
- Photosensitive control (optional, not factory-set) can be set photosensitive control, day or light intensity without induction.
- Temperature compensation (optional, factory reset): In the summer when the ambient temperature rises to 30 ° C to 32 ° C, the detection distance is slightly shorter, temperature compensation can be used for performance compensation.
- Triggered in two ways: (jumper selectable)
 - non-repeatable trigger: the sensor output high, the delay time is over, the output is automatically changed from high level to low level;
 - repeatable trigger: the sensor output high, the delay period, if there is human activity in its sensing range, the output will always remain high until the people left after the delay will be high level goes low (sensor module detects a time delay period will be automatically extended every human activity, and the starting point for the delay time to the last event of the time).
- With induction blocking time (the default setting: 2.5s blocked time): sensor module after each sensor output (high into low), followed by a blockade set period of time, during this time period sensor does not accept any sensor signal. This feature can be achieved sensor output time "and" blocking time "interval between the work can be applied to interval detection products; This function can inhibit a variety of interference in the process of load switching. (This time can be set at zero seconds – a few tens of seconds).
- Wide operating voltage range: default voltage DC4.5V-20V.
- Micropower consumption: static current <50 microamps, particularly suitable for battery-powered automatic control products.
- Output high signal: easy to achieve docking with the various types of circuit.

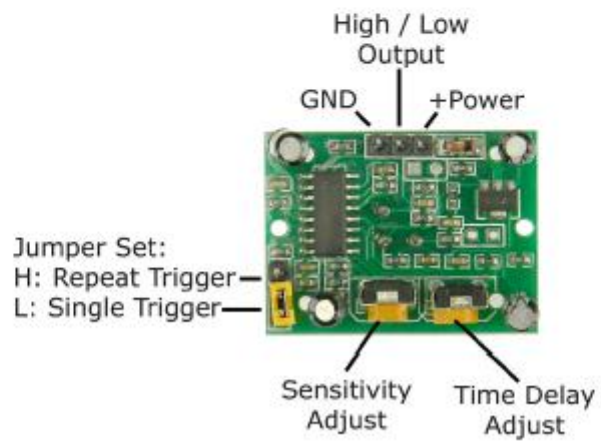
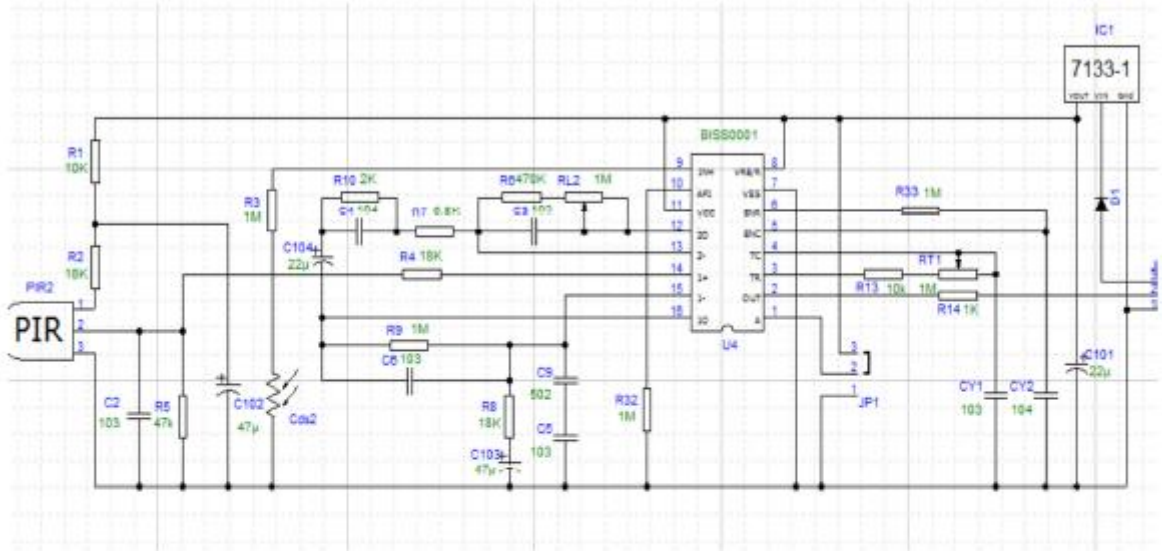
Adjustment:

- Adjust the distance potentiometer clockwise rotation, increased sensing distance (about 7 meters), on the contrary, the sensing distance decreases (about 3 meters).
- Adjust the delay potentiometer clockwise rotation sensor the delay lengthened (300S), on the contrary, shorten the induction delay (5S).

Instructions for use:

- Sensor module is powered up after a minute, in this initialization time intervals during this module will output 0-3 times, a minute later enters the standby state.
- Should try to avoid the lights and other sources of interference close direct module surface of the lens, in order to avoid the introduction of interference signal malfunction; environment should avoid the wind flow, the wind will cause interference on the sensor.
- Sensor module with dual probe, the probe window is rectangular, dual (A B) in both ends of the longitudinal direction
 - so when the human body from left to right or right to left through the infrared spectrum to reach dual time, distance difference, the greater the difference, the more sensitive the sensor,
 - when the human body from the front to the probe or from top to bottom or from bottom to top on the direction traveled, double detects changes in the distance of less than infrared spectroscopy, no difference value the sensor insensitive or does not work;
- The dual direction of sensor should be installed parallel as far as possible in inline with human movement. In order to increase the sensor angle range, the module using a circular lens also makes the probe surrounded induction, but the left and right sides still up and down in both directions sensing range, sensitivity, still need to try to install the above requirements.

HC-SR501 PIR MOTION DETECTOR



- 1 working voltage range :DC 4.5-20V
- 2 Quiescent Current :50uA
- 3 high output level 3.3 V / Low 0V
4. Trigger L trigger can not be repeated / H repeated trigger
5. circuit board dimensions :32 * 24 mm
6. maximum 110 ° angle sensor
7. 7 m maximum sensing distance

Product Type	HC--SR501 Body Sensor Module
Operating Voltage Range	5-20VDC
Quiescent Current	<50uA
Level output	High 3.3 V /Low 0V
Trigger	L can not be repeated trigger/H can be repeated trigger(Default repeated trigger)
Delay time	5-300S(adjustable) Range (approximately .3Sec -5Min)
Block time	2.5S(default)Can be made a range(0.xx to tens of seconds
Board Dimensions	32mm*24mm
Angle Sensor	<110 ° cone angle
Operation Temp.	-15-+70 degrees
Lens size sensor	Diameter:23mm(Default)

Application scope

- Security products
- Body induction toys
- Body induction lamps
- Industrial automation control etc

Pyroelectric infrared switch is a passive infrared switch which consists of BISS0001 ,pyroelectric infrared sensors and a few external components. It can at open all kinds of equipments, including incandescent lamp, fluorescent lamp, intercom, automatic, electric fan, dryer and automatic washing machine, etc. It is widely used in enterprises, hotels, stores, and corridor and other sensitive area for automatical lamplight, lighting and alarm system.

Instructions

Induction module needs a minute or so to initialize. During initializing time, it will output 0-3 times. One minute later it comes into standby.

Keep the surface of the lens from close lighting source and wind, which will introduce interference.

Induction module has double -probe whose window is rectangle. The two sub-probe (A and B) is located at the two ends of rectangle. When human body r to right, or from right to left, Time for IR to reach to reach the two sub-probes differs.The lager the time difference is, the more sensitive this module is. Wh body moves face-to probe, or up to down, or down to up, there is no time difference. So it does not work. So instal the module in the direction in which mos activities behaves, to guarantee the induction of human by dual sub-probes. In order to increase the induction range, this module uses round lens which ca from all direction. However, induction from right or left is more sensitivity than from up or down.

Datasheet

I2C 1602 Serial LCD Module



Product features:

The I2C 1602 LCD module is a 2 line by 16 character display interfaced to an I2C daughter board. The I2C interface only requires 2 data connections, +5 VDC and GND to operate

For in depth information on I2C interface and history, visit: <http://www.wikipedia/wiki/i2c>

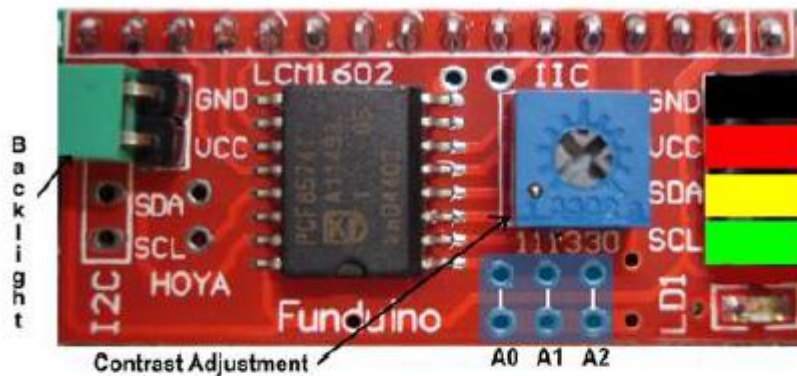
Specifications:

I2C Address Range	2 lines by 16 character 0x20 to 0x27 (Default=0x27, addressable)
Operating Voltage	5 Vdc
Backlight	White
Contrast	Adjustable by potentiometer on I2c interface
Size	80mm x 36mm x 20 mm
Viewable area	66mm x 16mm

Power:

The device is powered by a single 5Vdc connection.

Pinout Diagram:



Pin/Control Descriptions:

Pin #	Name	Type	Description
1	GND	Power	Supply & Logic ground
2	VCC	Power	Digital VCC or RX (serial receive)
3	SDA	I/O	Serial Data line
4	SCL	CLK	Serial Clock line
A0	A0	Jumper	Optional address selection A0 - see below
A1	A1	Jumper	Optional address selection A1 - see below
A2	A2	Jumper	Optional address selection A2 - see below
Backlight		Jumper	Jumpered - enable backlight, Open - disable backlight
Contrast		Pot	Adjust for best viewing

Addressing:

A0	A1	A2	Address
Open	Open	Open	0x27
Jumper	Open	Open	0x26
Open	Jumper	Open	0x25
Jumper	Jumper	Open	0x24
Open	Open	Jumper	0x23
Jumper	Open	Jumper	0x22
Open	Jumper	Jumper	0x21
Jumper	Jumper	Jumper	0x20

Replace current liquid crystal library found in the Arduino library directory with the above
(Note: If you use the examples included with the library, be sure to change address to 0x27)

Simple example using library above.

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#if defined(ARDUINO) && ARDUINO >= 100
#define printByte(args) write(args);
#else
#define printByte(args) print(args,BYTE);
#endif
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2); // set the LCD address to 0x27 for a
//chars and 2-line display
void setup()
{
    lcd.init(); // initialize the lcd
    lcd.backlight();
    lcd.clear();
    delay(100);
    for(int i = 0; i < 3; i++)
    {
        lcd.backlight();
        delay(250);
        lcd.noBacklight();
        delay(250);
    }
    lcd.backlight();
}

void loop()
{
    int x=0;
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(2,0); //Start at character 0 on line 0
    lcd.print("Hello World");
    lcd.setCursor(0,1); //Start at character 0 on line 1
    lcd.print(" opencircuit.nl");
    delay(3000); //Wait 3 seconds
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0); //Start at character 0 on line 0
    lcd.print("Cursor Blink");
    lcd.blink();
    delay(2000);
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Cursor noBlink");
    lcd.noBlink();
    delay(2000);
}
```

Приложение 3. Инструкция по использованию макета в качестве системы ОПС

После загрузки на экране появится приветствующая запись:



После исчезновения приветствующей записи, на экране появится изображение, где в верхней строке слева будет отображаться температура окружающей среды, а справа текущую влажность воздуха:



В нижней строке обозначено текущее состояние охранной системы. Если удерживать кнопку "Secur", система, с воспроизведением характерного звука, дает время, чтобы покинуть помещение и закрыть дверь, в течение 10 секунд.

После 10 секунд ожидания система переходит в режим охраны. В дальнейшем возможны два исхода: при удержании кнопки "Secur", система выйдет из охранного состояния, или будет открыта дверь.

Если дверь была открыта, то дается 10 секунд на ее отключение удержанием кнопки "Secur". Иначе включается сигнализация и на экран воспроизводится информация об открытой двери. Чтобы отключить сигнализацию, требуется удерживать кнопку "Secur".

Пожарная сигнализация включается, если на датчике температура станет выше 28°C и выведет на дисплей следующую информацию:



Приложение 4. Инструкция по использованию макета в качестве системы регулирования обогрева и автоматического освещения

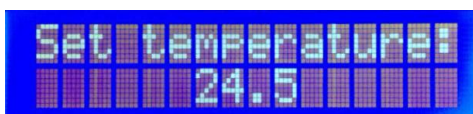
Система регулировки обогрева:

После включения, на дисплей появится следующее изображение:



В главном меню, на дисплее отображаются такие величины, как:

- Set - Установленное значение желаемой температуры;
 - Cur - Текущее значение температуры обогреваемой поверхности;
 - PercentPID - подаваемая величина ШИМ сигнала на затвор транзистора.
- Чтобы уйти в меню настроек желаемой температуры, следует удерживать кнопку "-/setup" или "+/setup".



После установки желаемой температуры, удержанием кнопки "-/setup" или "+/setup" выходим в основное меню.

Система автоматического освещения:

При поднесении руки к PIR-датчику, находящемуся в секции с светодиодной лентой, происходит плавное включение освещения. При отсутствии движущегося объекта, система плавно отключает освещение.

Регулировка чувствительности и установка времени, в течение которого светодиодная лента будет освещать, осуществляется подкручиванием потенциометров в первой секции. Левый потенциометр отвечает за время освещения, а правый за чувствительность срабатывания.

Приложение 5. Листинг программы автоматического обогрева пола и
автоматического освещения

```
#include <OneWire.h>
#include <PID_v1.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#define LEFT_BUTTON_PIN 9//вписать номер пина подключения
#define RIGHT_BUTTON_PIN 12//вписать номер пина подключения
#define fadePin 5 //пин на затвор MOSFET транзистором, для подачи на него
ШИМ сигнала

int pirPin = 2; //пин подключения управляющего сигнала PIR датчика
int svet; //переменная для хранения состояния света (вкл/выкл)

LiquidCrystal_I2C lcd(0x3F, 16, 2);

// Определяем переменные
double Setpoint = 240;// Требуемое показание датчика температуры умноженное
на 10;
double Input, Output;
// Определяем агрессивные и консервативные параметры PID управления
double aggKp=4, aggKi=0.2, aggKd=1;
double consKp=1, consKi=0.05, consKd=0.25;

// Определяем начальные параметры согласно библиотеке
PID myPID(&Input, &Output, &Setpoint, consKp, consKi, consKd, DIRECT);
OneWire ds(10);// DS18B20 Датчик на ноге 10
byte addr[1][8];// Адрес датчика, массив 1x8
double tempToPID;// Переменная для отправки температуры с датчика на PID
управление
int HighByte, LowByte, TReading;// Переменные для работы DS18B20: старший
и младший байты и итоговая температура
char buf[20];
byte outPercente;
uint16_t fps = 250;
uint16_t timeLongOperations = 500; //мс
bool longOperationFlag = false;

bool leftButtonState = false, rightButtonState = false;
bool readFlag = false;
bool ReadButtonPins()
{
```

```

uint32_t startTimer = 0;
leftButtonState = (readFlag == false) && (leftButtonState == true) ? true :
!digitalRead(LEFT_BUTTON_PIN);
rightButtonState = (readFlag == false) && (rightButtonState == true) ? true :
!digitalRead(RIGHT_BUTTON_PIN);
if (!leftButtonState && !rightButtonState)
    return false;
else if (leftButtonState || rightButtonState)
    startTimer = millis();
while (!digitalRead(LEFT_BUTTON_PIN) ||
!digitalRead(RIGHT_BUTTON_PIN))
    if (millis() - startTimer > 10000)
        break;
longOperationFlag = millis() - startTimer > timeLongOperations ? true : false;
return longOperationFlag;
}
void Menu()
{
    uint32_t stepTime = 0, prevStepTime = 0;
    bool firstShowFlag = false;
    lcd.clear();
    lcd.home();
    lcd.print("Set temperature:");
    Setpoint /= 10;

    while (1)
    {
        if (ReadButtonPins())
        {
            Setpoint *= 10;
            readFlag = false;
            lcd.clear();
            return;
        }
        stepTime = millis();
        if (stepTime - prevStepTime > fps || firstShowFlag == false)
        {
            if (firstShowFlag == true)
            {
                if (leftButtonState == true && rightButtonState == false)
                {
                    Setpoint -= 1;

                    Setpoint = Setpoint < 24.0 ? 24.0 : Setpoint;
                }
            }
        }
    }
}

```

```

    }
    else if (leftButtonState == false && rightButtonState == true)
    {
        Setpoint += 1;

        Setpoint = Setpoint > 45.0 ? 45.0 : Setpoint;
    }
    readFlag = true;
}
firstShowFlag = true;
prevStepTime = stepTime;
lcd.setCursor(6, 1);
lcd.print(Setpoint, 1);
}
}
}
void ShowInterface()
{
    lcd.clear();
    lcd.home();
    lcd.print("Set:");
    lcd.setCursor(8,0);
    lcd.print("Cur:");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("Percent PID:");
    lcd.setCursor(15,1);
    lcd.print("%");
}

void setup(void)
{
    Serial.begin(9600);
    ds.search(addr[0]); // Определим адрес нашего единственного датчика
    myPID.SetMode(AUTOMATIC); // Включаем PID
    lcd.init(); //инициализация дисплея
    lcd.backlight(); //подсветка дисплея
    pinMode(LEFT_BUTTON_PIN, INPUT_PULLUP);
    pinMode(RIGHT_BUTTON_PIN, INPUT_PULLUP);
    pinMode(pirPin, INPUT); //настраиваем 2 пин как вход для сигналов с датчика
    pinMode(fadePin, OUTPUT); // 5 пин на выход, для управления транзистором
    svet = 0; //устанавливаем переменную для первого включения света
    ShowInterface();
}
uint32_t prevPrint = 0;

```

```

void loop(void)
{
  if(digitalRead(pirPin) == HIGH ) //если сигнал с датчика высокого уровня, то
  есть было замечено движение
  {
    if(svet == 0) //и если свет не был включен
    {
      for(int i=0; i<=180; i++) //то плавно включаем свет
      {
        analogWrite(fadePin, i);
        delay(15); //каждые 10мс увеличение на 1
      }
      svet = 1; //и передаем значение переменной, что свет включен
    }
  }
  else //иначе
  {
    if(svet == 1) //если свет включен
    {
      for(int i=180; i>=0; i--)//плавно гасим его
      {
        analogWrite(fadePin, i);
        delay(15);
      }
      svet = 0; //и передаем значение переменной, что свет выключен
    }
  }
  if (ReadButtonPins())
  {
    lcd.clear();
    Menu();
    ShowInterface();
  }
  byte i;
  byte data[12];
  ds.reset();
  ds.select(addr[0]);
  ds.write(0x44,1);
  delay(850);
  ds.reset();
  ds.select(addr[0]);
  ds.write(0xBE);
  for ( i = 0; i < 9; i++) {
    data[i] = ds.read();
  }
}

```

```

}
LowByte = data[0];
HighByte = data[1];
TReading = (HighByte << 8) + LowByte;
int Tc_100 = (6 * TReading) + TReading / 4;
tempToPID = (double) Tc_100/100;

Input = tempToPID*10;
double gap = abs(Setpoint-Input);
if(gap<5)
{
  myPID.SetTunings(consKp, consKi, consKd);
}
else
{
  myPID.SetTunings(aggKp, aggKi, aggKd);
}
myPID.Compute();
analogWrite(6,Output);// подаваемый ШИМ на вход транзистора
outPercente = (byte)(Output/255*100);// Считаем в процентах мощность вывода
ШИМ;

uint32_t Print = millis();
if (Print - prevPrint > 2500)
{
  prevPrint = Print;
  lcd.setCursor(4,0);
  if (Setpoint/10 < 10)
    lcd.print("0");
  lcd.print(Setpoint/10,1);
  lcd.setCursor(12,0);
  if (tempToPID < 10)
    lcd.print("0");
  lcd.print(tempToPID,1);
  lcd.setCursor(12,1);
  if (outPercente < 10)
    lcd.print("00");
  else if (outPercente < 100)
    lcd.print("0");
  lcd.print(outPercente);
}
}

```

Приложение 6. Листинг программы ОПС и автоматического освещения

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h> //библиотека для LCD экрана
#include "DHT.h" //библиотека для работы датчика температуры и
влажности
#define DHTPIN 3 //датчик подключен к входу 3
#define DHTTYPE DHT11
#define fadePin 5 //пин на затвор MOSFET транзистором, для подачи на него
ШИМ сигнала

int pirPin = 2; //пин подключения управляющего сигнала PIR датчика
int svet; //переменная для хранения состояния света (вкл/выкл)

LiquidCrystal_I2C lcd(0x3F,16,2); // Устанавливаем дисплей

float tempH[2]; //массив для температуры и влажности
volatile unsigned long int timer = 0; //переменная для таймера кнопки
volatile unsigned long int clock = 0; //переменная для сохранения значения
таймера кнопки
volatile boolean timerOn = 0; //переменная для включения таймера
кнопки

volatile unsigned long int alarmTimer = 0; //переменная для таймера
включения/выключения сигнализации
volatile unsigned long int alarmClock = 0; //переменная для сохранения
значения таймера
volatile boolean alarmTimerOn = 0; //переменная для запуска/остановки
таймера

volatile unsigned long int tempTimer = 0; //переменная для таймера
обновления показаний температуры и влажности
volatile unsigned long int tempClock = 0; //переменная для сохранения
значения таймера
volatile boolean tempTimerOn = 0; //переменная для запуска/остановки
таймера

int hollaState; //переменная для хранения показания с датчика
Холла (0-1024) - аналоговый вход
boolean buttonState; //хранение значения кнопки
(нажата/отпущена)

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE); //настройка датчика температуры и
влажности
```

```

ISR (TIMER0_COMPA_vect)    //функция, вызываемая таймером-счетчиком
каждые 0,001 сек
{
  if(timerOn == 1)        //если таймер включен
  {
    timer++;              //увеличение значения таймера на +1 каждые 0,001 сек
  }
  if(alarmTimerOn == 1)
  {
    alarmTimer++;
  }

  if(tempTimerOn == 1)
  {
    tempTimer++;
  }
}

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  lcd.init();             //инициализация дисплея
  lcd.backlight();        //подсветка дисплея
  lcd.setCursor(0, 0);    //установка курсора на нулевую строку и нулевой
  столбец
  lcd.print("Hi guys :D  "); //приветственное сообщение (здесь и далее
  пробелы нужны для стирания возможных оставшихся символов)
  lcd.setCursor(0, 1);    //установка курсора на первую строку и нулевой
  столбец
  lcd.print("Alarm OFF  ");

  dht.begin();           //инициализация датчика температуры

  pinMode(8, INPUT_PULLUP); //пин 8 как вход с подтягивающим
  резистором (для кнопки)
  pinMode(11, OUTPUT);     //пин 11 как выход для пьезо-пищалки
  digitalWrite(11, LOW);   //устанавливаем нулевой уровень 11 вывода
  digitalWrite(A3, HIGH);
  pinMode(pirPin, INPUT); //настраиваем 2 пин как вход для сигналов с датчика
  pinMode(fadePin, OUTPUT); // 5 пин на выход, для управления транзистором
  svet = 0; //устанавливаем переменную для первого включения света

```



```

//Настройка таймера на срабатывание каждые 0,001 сек
TCCR0A |= (1 << WGM01);
OCR0A = 0xF9;           //начало отсчета до переполнения (255)
TIMSK0 |= (1 << OCIE0A); //Set the ISR COMPA vect
sei();                 //разрешить прерывания
TCCR0B |= (1 << CS01) | (1 << CS00); //установить делитель частоты на 64
//теперь каждые 0,001 сек будет вызываться функция ISR
(TIMERO_COMPA_vect)

```

```

digitalWrite(11, HIGH); //приветственный "пик"
delay(200);
digitalWrite(11, LOW);
delay(200);
}

```

```

void loop() //главная циклическая функция
{
  if(digitalRead(pirPin) == HIGH ) //если сигнал с датчика высокого уровня, то
  есть было замечено движение
  {
    if(svet == 0) //и если свет не был включен
    {
      for(int i=0; i<=170; i++) //то плавно включаем свет
      {
        analogWrite(fadePin, i);
        delay(15); //каждые 10мс увеличение на 1
      }
      svet = 1; //и передаем значение переменной, что свет включен
    }
  }
  else //иначе
  {
    if(svet == 1) //если свет включен
    {
      for(int i=170; i>=0; i--)//плавно гасим его
      {
        analogWrite(fadePin, i);
        delay(15);
      }
      svet = 0; //и передаем значение переменной, что свет выключен
    }
  }
}

```

```

readState();          //считываем значение с датчиков (кнопка, температура,
влажность, датчик Холла)
if(!buttonState)     //если кнопка нажата
{
  timerOnNull();     //обнуляем и запускаем таймер кнопки
  while(!buttonState) //пока кнопка нажата
  {
    readState();     //считываем значение с датчиков (кнопка, температура,
влажность, датчик Холла)
    cli();           //останавливаем прерывания
    clock = timer;   //сохраняем значения с таймера кнопки
    sei();           //возобновляем прерывания
    if(clock >= 3000) //если кнопку удерживают больше 3-х секунд
    {
      cli();         //останавливаем и обнуляем таймер
      timerOn = 0;
      timer = 0;
      clock = 0;
      sei();
      startAlarm(); //переходим в функцию запуска сигнализации
    }
    if((buttonState) && (clock >= 1000)) //если кнопку отпустили раньше
времени
    {
      cli();         //обнуляем и останавливаем таймер, ждем повторного нажатия
и удержания кнопки
      timerOn = 0;
      timer = 0;
      clock = 0;
      sei();
    }
  }
}
}

```

```

void readState()     //функция считывания датчиков
{
  temp();           //считывание показаний с датчика DHT
  buttonState = digitalRead(8); //считывание кнопки
  int val = analogRead(0); //считывание показаний датчика Холла
  if((val >= 530)&&(val <= 550)) //если показание находится в пределах от 530
до 550 (магнит поднесен)
  {
    hollaState = 1; //фиксируем, что дверь закрыта
  }
}

```

```

}
else
{
  hollaState = 0;          //иначе дверь открыта (нет магнитного поля, обрыв
витой пары)
}
}

void startAlarm()          //функция включения и опрашивания датчиков
{
  digitalWrite(11, HIGH);  //звуковое уведомление - один "пик"
  delay(100);
  digitalWrite(11, LOW);
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print(" Alarm wait...");
  alarmtimerOnNull();      //обнуление и старт таймера для задержки перед
включением опрашивания датчика Холла
  if (delayBeforeInclusion() == 1) //если задержка не была выдержана и кнопка
была нажата,
  {
    return;                //то выключаем сигнализацию и переходим в начало
алгоритма
  }
  readState();             //после выдержки времени считываем показания с
датчиков
  if(alarmON() == 1)       //переходим в функцию постоянного считывания
кнопки и датчика Холла
  {
    return;                //если будет нажата кнопка, то выключаем сигнализацию
и переходим в начало алгоритма
  }
  //если будет открыта дверь, либо западет кнопка при изначальном нажатии
включения, то переходим к двум условиям ниже
  if(!buttonState)        //если запала кнопка, говорим что бы ее отпустили
  {
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("Release the button! ");
    for(int i=0; i<3; i++)
    {
      digitalWrite(11, HIGH);
      delay(500);
      digitalWrite(11, LOW);
      delay(100);
    }
  }
}

```

```

}
if(!hollaState)          //если сработал датчик - дверь открыта
{
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("Press unblock! "); //то пишем "Нажмите разблокировать"
    if(delayBeforeSignal() == 1) //ожидаем разблокировки в течение 30 секунд
    {
        return;          //если кнопка была нажата, выключаем сигнализацию и
        //возвращаемся в начало алгоритма
    }
    if(alarm() == 1)      //переходим в функцию звукового оповещения и
    //находимся в ней до тех пор, пока не будет нажата кнопка
    {
        return;
    }
}
}

```

```

int alarmON()            //функция считывания кнопки и датчика Холла
{
    while(buttonState && hollaState) //пока кнопка не нажата и дверь закрыта,
    //считываем показания датчиков
    {
        lcd.setCursor(0, 1);
        lcd.print(" Alarm ON! ");
        readState();
        if(!buttonState) //если кнопка нажата
        {
            lcd.setCursor(0, 1);
            lcd.print("Hold the button! ");
            timerOnNull();
            while(!buttonState)
            {
                readState();
                cli();
                timerOn = 1;
                clock = timer;
                sei();
                if(clock >= 2000)
                {
                    cli();
                    timerOn = 0;
                    timer = 0;
                    clock = 0;
                }
            }
        }
    }
}

```

```

        sei();
        stopAlarm();    //функция остановки работы сигнализации
        return 1;
    }
    if((buttonState) && (clock >= 100))
    {
        timerOnNull();
    }
}
}
}

```

```

int delayBeforeSignal()    //задержка после открытия двери при работающей
сигнализации
{
    alarmtimerOnNull();
    while(alarmClock <= 10000)    //время на нажатие кнопки после открытия двери
(10 сек)
    {
        //Serial.println(alarmClock);
        cli();
        alarmTimerOn = 1;
        alarmClock = alarmTimer;
        sei();
        readState();
        if(!buttonState)    //если кнопка нажата
        {
            timerOnNull();
            while(!buttonState)
            {
                readState();
                cli();
                timerOn = 1;
                clock = timer;
                sei();
                if(clock >= 2000)
                {
                    cli();
                    timerOn = 0;
                    timer = 0;
                    clock = 0;
                    sei();
                }
            }
        }
    }
}

```

```

        stopAlarm();
        return 1;
    }
    if((buttonState) && (clock >= 100))
    {
        timerOnNull();
    }
}

}
cli();
alarmTimerOn = 0;
alarmTimer = 0;
alarmClock = 0;
sei();
}

void stopAlarm()    //функция уведомления об остановке
{
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("Alarm OFF!  ");

    for(int i=0; i<3; i++)
    {
        digitalWrite(11, HIGH);
        delay(100);
        digitalWrite(11, LOW);
        delay(100);
    }
    return;
}

int alarm()    //функция оповещения об открытии двери (при выдержанной
задержке на включение)
{
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("Door is open!  ");
    while(buttonState)
    {
        digitalWrite(11, HIGH);
        delay(40);
        digitalWrite(11, LOW);
        delay(40);
    }
}

```

```

readState();
if(!buttonState) //если кнопка нажата
{
  timerOnNull();
  while(!buttonState)
  {
    readState();
    cli();
    timerOn = 1;
    clock = timer;
    sei();
    if(clock >= 2000)
    {
      cli();
      timerOn = 0;
      timer = 0;
      clock = 0;
      sei();
      stopAlarm();
      return 1;
    }
    if((buttonState) && (clock >= 100))
    {
      timerOnNull();
    }
  }
}
}
}

```

```

void temp() //функция считывания показаний датчика DHT22
{
  cli();
  tempTimerOn = 1;
  tempClock = tempTimer;
  sei();

  if(tempClock >= 1000)
  {
    cli();
    tempTimerOn = 1;
    tempTimer = 0;
    tempClock = 0;
    sei();
  }
}

```

```

float t = dht.readTemperature();
float h = dht.readHumidity();
temph[0] = float(t);
temph[1] = float(h);
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print(temph[0]);
lcd.setCursor(5, 0);
lcd.print("C  ");
lcd.setCursor(10, 0);
lcd.print(temph[1]);
lcd.setCursor(15, 0);
lcd.print("H");
}

if(temph[0] >= 28)
{
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("Attantion, fire!  ");
  digitalWrite(11, LOW);
  delay(40);
  digitalWrite(11, HIGH);
}
}

int delayBeforeInclusion() //функция задержки перед включением
считывания двтчика Холла
{
  while(alarmClock <= 10000) //время на покидание помещения и закрытие
двери (10 сек)
  {
    //Serial.println(alarmClock);
    cli();
    alarmClock = alarmTimer;
    sei();
    readState();
    if(!buttonState) //если кнопка нажата
    {
      timerOnNull();
      while(!buttonState)
      {
        readState();
        cli();
        timerOn = 1;
        clock = timer;

```



```

    sei();
    if(clock >= 2000)
    {
        cli();
        timerOn = 0;
        timer = 0;
        clock = 0;
        sei();
        stopAlarm();
        return 1;
    }
    if((buttonState) && (clock >= 100))
    {
        timerOnNull();
    }
}
}
cli();
alarmTimerOn = 0;
alarmTimer = 0;
alarmClock = 0;
sei();
}

```

```

void timerOnNull() //функция обнуления и запуска таймера кнопки
{
    cli();
    timerOn = 1;
    timer = 0;
    clock = 0;
    sei();
}

```

```

void alarmtimerOnNull() //функция обнуления и запуска таймера задержек на
включение/выключение
{
    cli();
    alarmTimerOn = 1;
    alarmTimer = 0;
    alarmClock = 0;
    sei();
}

```