

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

Институт энергетики и электротехники
(наименования института полностью)

Кафедра «Промышленная электроника»
(наименование кафедры)

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

Промышленная электроника
(направленность (профиль) / специализация)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему СИСТЕМА МИКРОКОНТРОЛЛЕРНОГО УПРАВЛЕНИЯ
ПОДСВЕТКОЙ ЛЕСТНИЦЫ

Студент	<u>О.Б. Буранов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>А.В. Прядилов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультант	<u>О.А. Парфенова</u> (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 2019

Аннотация

Объем 55 с., 22 рис., 2 табл., 22 источников

УМНЫЙ ДОМ, ПОДСВЕТКА ЛЕСТНИЦЫ

Объектом исследования является система динамической подсветки лестницы.

Цель работы: разработка динамической подсветки лестницы

Задачи работы:

1. Анализ исходных данных и обзор состояния вопроса
2. Разработка электрической принципиальной схемы и выбор элементов
3. Проработка алгоритма работы и написание программы

Работа состоит из 4 глав, в которых решены упомянутые задачи.

Степень внедрения: произведены теоретические разработка и расчеты.

Областью применения данной работы являются системы умного дома, дачные дома и коттеджи.

В данной работе разработана система динамической подсветки лестницы. Эта система представляет собой плату управления с подключёнными к ней светодиодными лентами, установленными на лестнице. При проходе человека по лестнице микроконтроллерная система вычисляет его местоположение и автоматически активирует необходимые светодиоды находящиеся непосредственно на лестничных ступенях.

Разработанная система помимо функционального назначения (освещение лестничных пролетов), так же несет эстетическую нагрузку, увеличивает технологичность зданий в которых она установлена и демонстрирует возможности электронной техники.

Abstract

SMART HOME, LIGHTING STAIRS

The object of the study is a system of dynamic lighting stairs.

Goal: development of the dynamic lighting of the stairs

Work tasks:

1. Baseline analysis and review of the status of the issue
2. Development of electrical schematic diagram and selection of elements
3. Working out the algorithm and writing the program

The work consists of 4 chapters in which the mentioned tasks are solved.

Degree of implementation: theoretical development and calculations were made.

The scope of this work is the system of smart home, country houses and cottages.

In this paper, a system of dynamic lighting stairs. This system is a control Board with connected led strips installed on the stairs. When a person passes through the stairs, the microcontroller system calculates his location and automatically activates the necessary LEDs located directly on the stairs.

The developed system is based on the AVR ATmega8 microcontroller. The program of the microcontroller reads the data from the ultrasonic sensors installed on the stairs and, upon receipt of the necessary data, activates the LEDs depending on the location of the person on the stairs, thereby providing illumination of the stairs and spans. Thus, when moving the stairs, when the power of ambient light, a person sees a lighted stage, thereby making our travel safer.

The developed system in addition to the functional purpose (lighting of stairwells), also carries an aesthetic load, increases the manufacturability of buildings in which it is installed and demonstrates the capabilities of electronic technology.

Содержание

Введение.....	5
1. Состояние вопроса	7
1.1. Формулирование цели и задач проекта	7
1.2. Анализ исходных данных.....	8
2. Разработка системы.....	19
2.1. Разработка структурной и электрической принципиальной схем.....	19
2.1.1 Выбор светодиодной ленты.....	19
2.1.2 Выбор блока питания	22
2.1.3 Выбор системы управления	26
2.1.4 Выбор датчиков.....	30
2.1.5 Макет лестницы	33
2.1.6 Выбор усилительного блока	34
2.1.7 Выбор датчика освещенности	36
2.1.8 Выбор стабилизатора напряжения.....	37
2.2. Выбор и описание компонентов.....	39
3. Программная часть.....	41
4. Описание предполагаемых конструкции и монтажа системы	42
Заключение	48
Список используемой литературы	49
ПРИЛОЖЕНИЕ А	52

Введение

В домах, в подъездах, в образовательных учреждениях и во многих других местах для передвижения между этажами устанавливаются лестницы. Они бывают разных размеров, форм, материалов, однако все они служат одной цели и все они имеют типизированные параметры, такие как ширина и высота ступеней.

По статистике наибольшее количество бытовых травм связано именно с лестницами. По данным комиссии по безопасности потребителей ежегодно более 35000 человек страдают в результате падений с лестниц. В той же статистике говорится о том, что еженедельно при падении с лестниц погибают 76 человек. Одной из причин травматизма на лестницах является отсутствие искусственного освещения в темное время суток. Как правило, для того чтобы пройти по лестнице в темное время суток, необходимо включить освещение, используя установленный в определенном месте выключатель. После прохода по лестнице, для экономии следует выключить освещение на ней. Эти операции могут являться проблемой во многих домах, так как необходимый выключатель устанавливается до или после лестницы.

В некоторых домах устанавливают системы постоянного освещения лестничных пролетов, что также является большим неудобством ввиду большого энергопотребления. Однако существуют и системы освещения с датчиками движения, которые активируют подсветку в момент прохода человека по лестнице.

При этом освещение включается сразу на всей лестнице. Реализованная в данной работе идея заключается в включении освещения именно в том месте лестницы, где сейчас находится человек.

Для того чтобы уменьшить риск травматизма и обеспечить эстетическое удовольствие, была разработана система динамической подсветки лестницы.

Разработанная система построена на базе микроконтроллера AVR ATМega8. Программа микроконтроллера считывает данные с установленных на лестнице ультразвуковых датчиков и при получении необходимых данных активирует светодиоды в зависимости от расположения человека на лестнице, тем самым обеспечивая подсветку лестничных ступеней и пролётов.

Таким образом, при передвижении по лестнице, при отключенном внешнем освещении, человек видит освещенные ступени, тем самым делая своё передвижение безопаснее, а возникающие при этом визуальные эффекты повышают настроение и уровень технологичности здания, в котором эта система установлена.

1. Состояние вопроса

1.1. Формулирование цели и задач проекта

Цель работы – разработка энергосберегающей системы подсветки лестницы обеспечивающей пользователю эстетическое удовольствие, повышения уровня технологичности зданий и уменьшения уровня травматизма при низком энергопотреблении.

Для достижения поставленной цели в работе решены следующие задачи:

1. разработка структурной схемы системы динамической подсветки лестницы
2. разработка электрической схемы
3. проведение экспериментальных исследований макета схемы

Прежде чем начать анализировать исходные данные работы, посмотрим на существующие системы, аналогичные нашей.

1.2. Анализ исходных данных

Исходные данные:

- Напряжение схемы: 12В постоянный ток;
- Управление светодиодами: микроконтроллер;
- Первичный источник питания: 220В, 50Гц;
- Система позиционирования;
- Ультразвуковой сенсор.

Анализ начнем с мирового рынка электроники.

Нам необходимо найти информацию о простейших системах подсветки лестниц. Самый распространенный способ лампочки, установленные на лестничных пролётах. Анализ стоимости внедрения предлагаемой системы проанализируем для конкретной лестницы на которую будет устанавливаться такая система.

Параметры выбранной лестницы:

- a. Количество ступеней на пролёт ($n_{ст}$) - 8 шт.
- b. Количество пролётов ($n_{пр}$) - 2 шт.
- c. Ширина лестницы ($a_{л}$) - 1200 мм.
- d. Длина ступени ($l_{ст}$) - 1200 мм.
- e. Высота ступени ($h_{ст}$) - 180 мм.
- f. Ширина ступени ($a_{ст}$) - 250 мм.
- g. Ширина лестничной площадки - 1200 мм.
- h. Длина лестничной площадки - 1200 мм.

Схематично один лестничный пролет изображен на рисунке 1.2.1

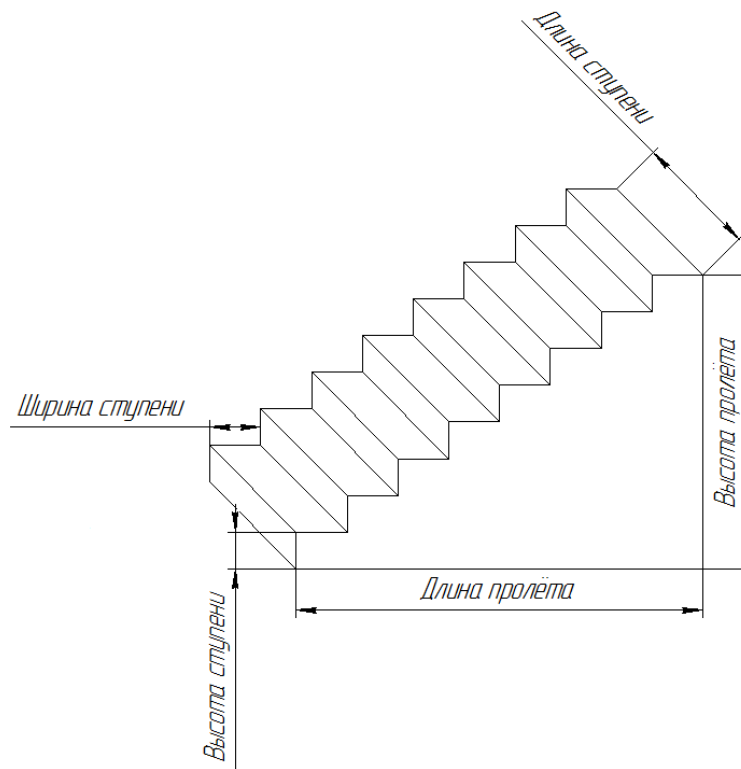


Рисунок 1.1 – Схематическое изображение лестничного пролёта.

Исходя из этих данных нам необходимо рассчитать:

- a. Длину пролёта ($L_{пр}$).
- b. Длину лестницы ($L_{л}$).
- c. Высоту пролёта ($H_{пр}$).
- d. Высоту лестницы ($H_{л}$).

Для расчёта длины пролёта ($L_{пр}$), необходимо ширину ступени ($a_{ст}$) умножить на количество ступеней ($n_{ст}$):

$$L_{пр} = a_{ст} * n_{ст} = 250 * 8 = 2000 \text{ мм.}$$

Для расчёта длины лестницы ($L_{л}$) необходимо к $L_{пр}$ прибавить длину лестничной площадки (она равняется 1000 мм):

$$L_{л} = L_{пр} + 1000 = 3000 \text{ мм.}$$

Высота пролёта равна:

$$H_{пр} = h_{ст} * n_{ст} = 180 * 8 = 1440 \text{ мм.}$$

Высота лестницы равна при двух пролётах:

$$H_{л} = H_{пр} * n_{пр} = 1440 * 2 = 2880 \text{ мм.}$$

Рассчитанные величины изображены на рисунке 1.2.2.

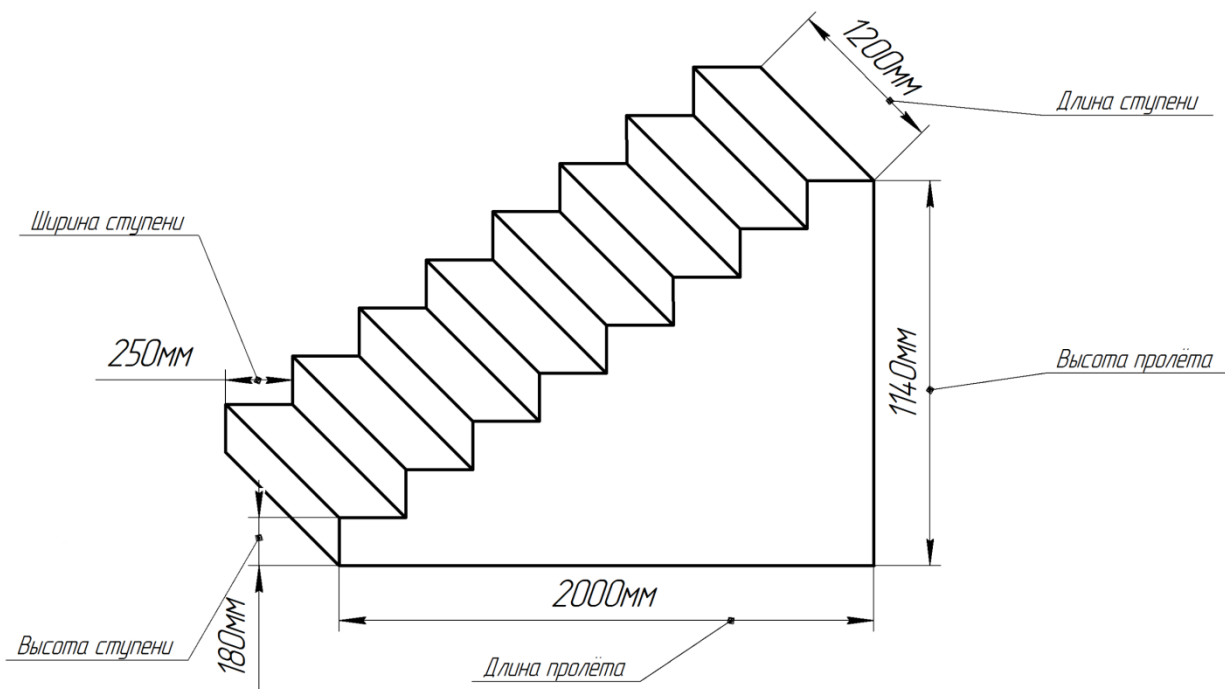


Рисунок 1.2 – Схема пролёта лестницы с размерами.

Теперь, когда у нас есть примерная схема лестницы, у нас появляется возможность расчёта стоимости и эффективности рыночных систем подсветки лестниц.

Стандартное решение- использование обычной лампы накаливания уже сейчас можно считать морально устаревшим. Поэтому сравнения нашей системы будем производить с системой, использующей энергосберегающую лампу.

Установку энергосберегающей лампы можно сделать несколькими вариантами:

1. установка постоянного освещения
2. установка проходных выключателей
3. установка датчиков движения

Первый вариант - установка ночного освещения. Примерная схема расположения лампы можно увидеть на рисунке 1.3

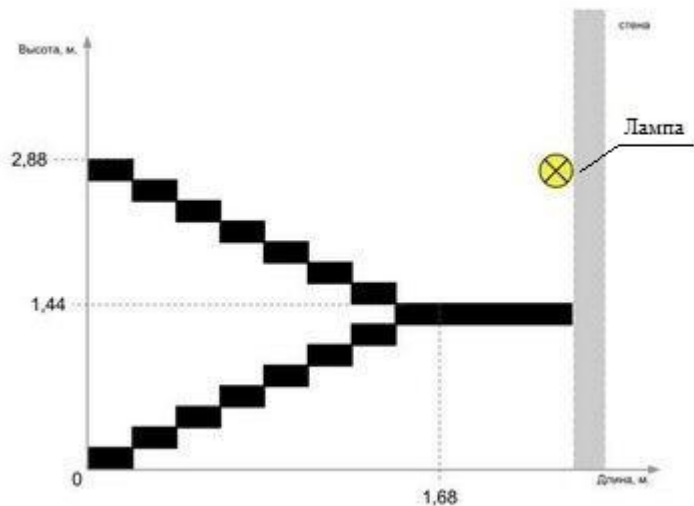


Рисунок 1.3 – Расположения лампы постоянного освещения.

Такой вариант установки энергосберегающей лампы может быть невыгодным, так как примерная мощность потребления энергосберегающей лампы 12Ватт умножаем на количество часов 24 и у нас выходит 28Вт*ч, найдем более экономичный вариант, так как при таком варианте, установка лампы будет гореть всю ночь.

Второй вариант - установка проходных выключателей. При этом выключатели устанавливаются вначале и в конце лестницы. Схема представлена на рисунке 1.4

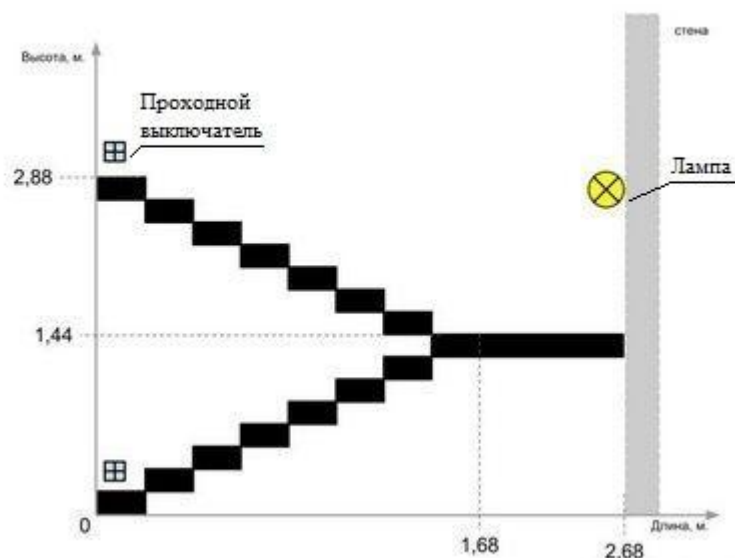


Рисунок 1.4 – Установка лампы с проходными выключателями.

Такой вариант подключения является крайне не удобным в связи с тем, что при каждом проходе по лестнице, необходимо вручную включать и, после прохода по лестнице, вручную выключать освещение на лестнице. При этом такая подсветка не является технологической и не вносит никакой эстетики, потому что в темноте затруднен поиск выключателя.

Третий вариант установки лампы освещения - установка датчиков движения, для автоматической активации освещения. Пример установки представлен на рисунке 1.5

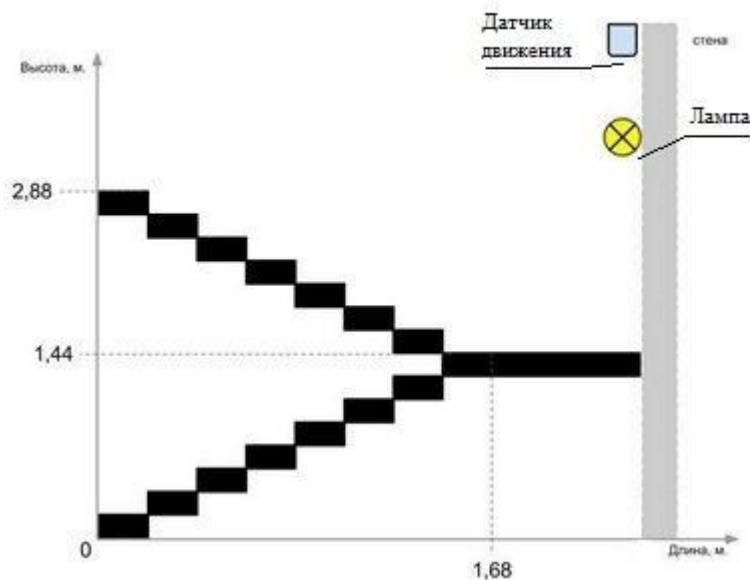


Рисунок 1.5 – Установка потолочного датчика движения.

Для лестничных пролётов существуют потолочные датчики движения, радиус действия составляет 360° . Их стоимость начинается от 500 рублей.

Такая система не дает возможность достичь поставленной цели – увеличение эстетической составляющей системы. Необходимо помнить что при таком варианте подсветки освещение будет активироваться даже в дневное время и если днём лестница не требует освещения, её активация будет лишним. Либо рядом необходимо установить выключатель включаемый на ночь.

Рассмотрим систему подсветки лестницы используя светодиодные ленты.

Светодиодные ленты представляют собой гибкую ленту, которая является платой с контактами, на ней размещены SMD светодиоды на некотором расстоянии друг от друга. Для ограничения протекающего тока на светодиодной ленте припаяны резисторы. Светодиодная лента является мощным инструментом дизайнеров и проектировщиков, а также тех, кто хочет визуально расширить пространство, скрыть от глаз источник света, оставив лишь равномерное свечение.

Цена светодиодных лент зависит от яркости установленных на ней светодиодов, а так же от длины ленты. Светодиодные ленты средней мощности (например светодиодная лента 3528 потребляет мощность 4,84Вт/метр, максимальная длина ленты 5 метров, световой поток зависит от цвета свечения, для белого 240 люмен/метр) имеют цену от 80 рублей за погонный метр. Используя параметры описанной ранее лестницы мы можем вычислить стоимость необходимой для установки светодиодной ленты. Самой распространённой светодиодной лентой является, лента SMD 3528, которую мы будем использовать в данной работе.

Монтировать светодиодную ленту на лестнице можно разными способами:

1. установка нескольких отрезков светодиодных лент на стену
2. установка на каждую ступень по всей ее длине

Рассмотрим первый вариант установки светодиодных лент. Он представлен на рисунке 1.6

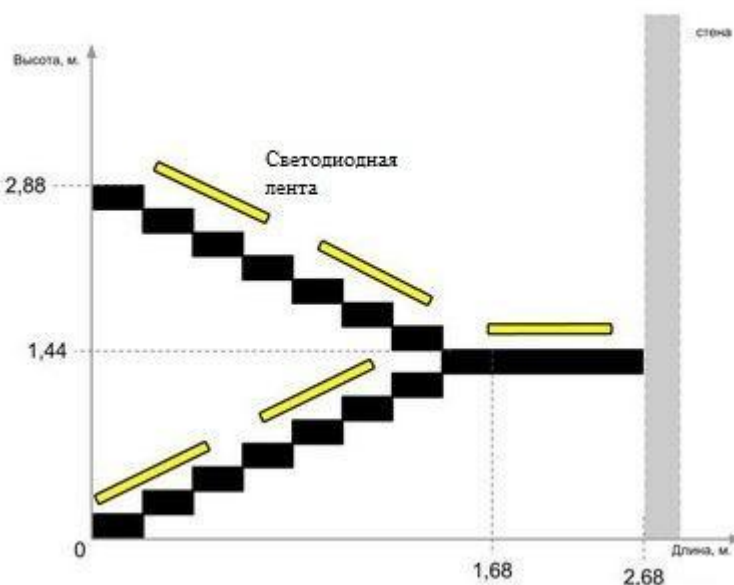


Рисунок 1.6 – Установка светодиодных лент вдоль лестничного пролёта.

При таком варианте светодиодная лента, разрезается на отрезки определенной длины. Они монтируются вдоль лестничного марша на клеящуюся основу.

При таком варианте монтажа не достигается поставленной нами задачи эстетической составляющей работы.

Рассмотрим вариант установки светодиодных лент по длине лестничной ступени.

При этом варианте установки светодиодных лент мы получаем эстетическую составляющую системы, однако её стоимость резко возрастает, так как используется большое количество светодиодной ленты.

Если установить ленту во всю длину ступени, которая составляет 1200 мм, и количество ступеней на всей лестнице 16, то общая длина светодиодной ленты $1200 * 16 = 19200$ мм.

И её стоимость составит:

$19.2 \text{ м} * 80 \text{ рублей} = 1536 \text{ рублей}$.

При этом необходимо предусмотреть светодиодную ленту от случайных ударов ног, то есть можно поместить светодиодную ленту в защитный короб.

Существует возможность установки светодиодных лент с датчиком движения. При этом датчик движения можно установить точно также как при варианте установки с энергосберегающей лампой.

Существует ещё один вид аналогичных систем подсветки лестниц, которые полностью удовлетворяют поставленные нами цели. Такие системы входят в состав так называемых умных домов, и могут устанавливаться как отдельно, так и в комплексе с другими системами.

Умный дом - это жилой дом современного типа, организованный для проживания людей при помощи автоматизации и высокотехнологичных устройств. Стоимость таких пакетов и оборудования высока и среди фирм нельзя вычислить среднюю рыночную стоимость. Однако цена может отличаться от комплекта оборудования и сложности схем управления. Как правило самые простые “умные дома” стоят в фирме от 120 000 рублей.

Например существует московская фирма Led Rus, основное направление которой - продажа и установка светотехнических изделий. В

услугах этой фирмы был найден аналог нашей системы динамической подсветки лестницы. Фирма разработала систему интеллектуальной подсветки ступеней и предлагает свои услуги ценой 1000 руб./ступенька - если это одноцветная подсветка и 1200 руб./ ступенька - если многоцветная. В портфолио фирмы были найдены уже выполненные работы по внедрению данной системы:



Рисунок 1.7 – Пример интеллектуальной подсветки лестницы.

Для нашей лестницы из 16 ступеней - цена будет стоить от 16000 рублей.

Для такой системы фирма использует светодиодную ленту и алюминиевый профиль с матовым или прозрачным экраном. Для интеллектуальной подсветки: DMX контроллер, датчик движения, реле на размыкание. Стоимость DMX контроллеров начинаются от 4 000 рублей. Датчики движения, предлагаемых этой фирмой имеют стоимость от 400 рублей.

Рассмотрев решения, которые на данный момент существуют на рынке электроники, видно, что для достижения поставленных нами целей подходит организация системы “умный дом” или установить один из его компонентов, отвечающих за освещения лестниц. В этот компонент входят:

1. Блок питания.
2. Светодиодная лента.

3. Контроллер управления.

4. Датчики движения.

Проанализировав составляющие системы освещения лестницы “умных домов” были выбраны необходимые компоненты нашей системы, которая будет удовлетворять поставленным целям.

При разработке системы надо помнить о том, что нам необходимо разработать систему которая:

1. будет иметь приемлемую цену
2. будет экономичнее аналогичных систем
3. будет иметь высокую функциональность, по сравнению с аналогичными

Для этого нам необходимо:

1. Выбрать светодиодные ленты
2. Выбрать источник питания
3. Выбрать необходимый управляющий компонент
4. Выбрать датчики движения
5. Выбрать датчик освещённости
6. Выбрать усиливающий блок
7. Разработать и собрать макет лестницы для экспериментов
8. Разработать электрическую схему системы

Разработку и расчет системы динамической подсветки следует начать с разработки структурной и принципиальной схемы.

Структурную схему можно увидеть на рисунке 1.8

Принципиальную схему можно увидеть на рисунке 1.9

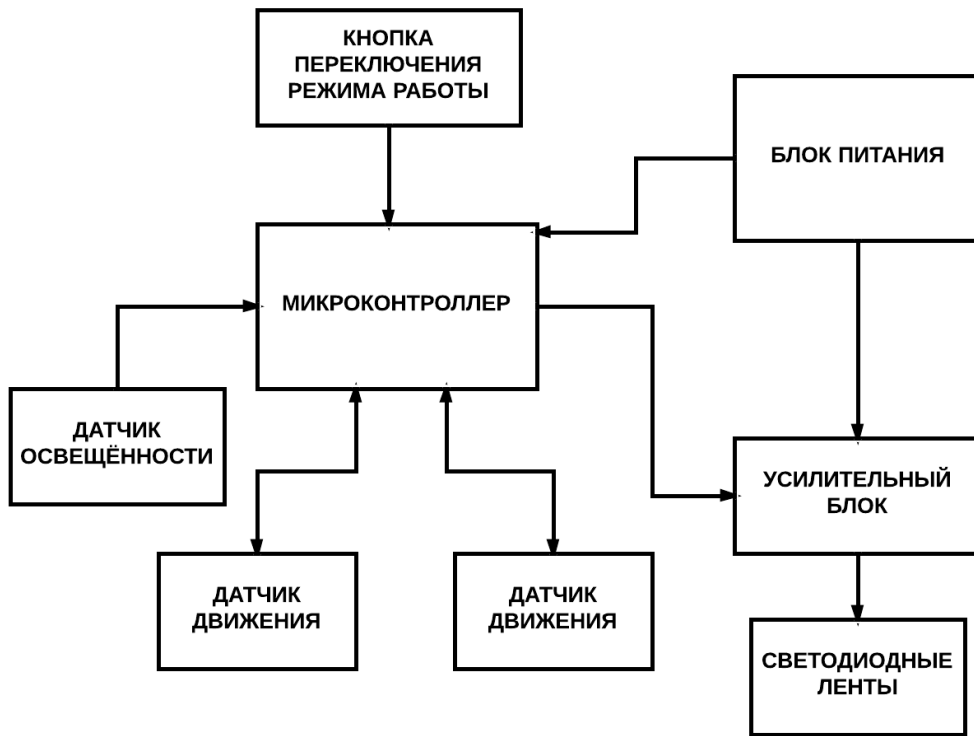


Рисунок 1.8 – Структурная схема системы.

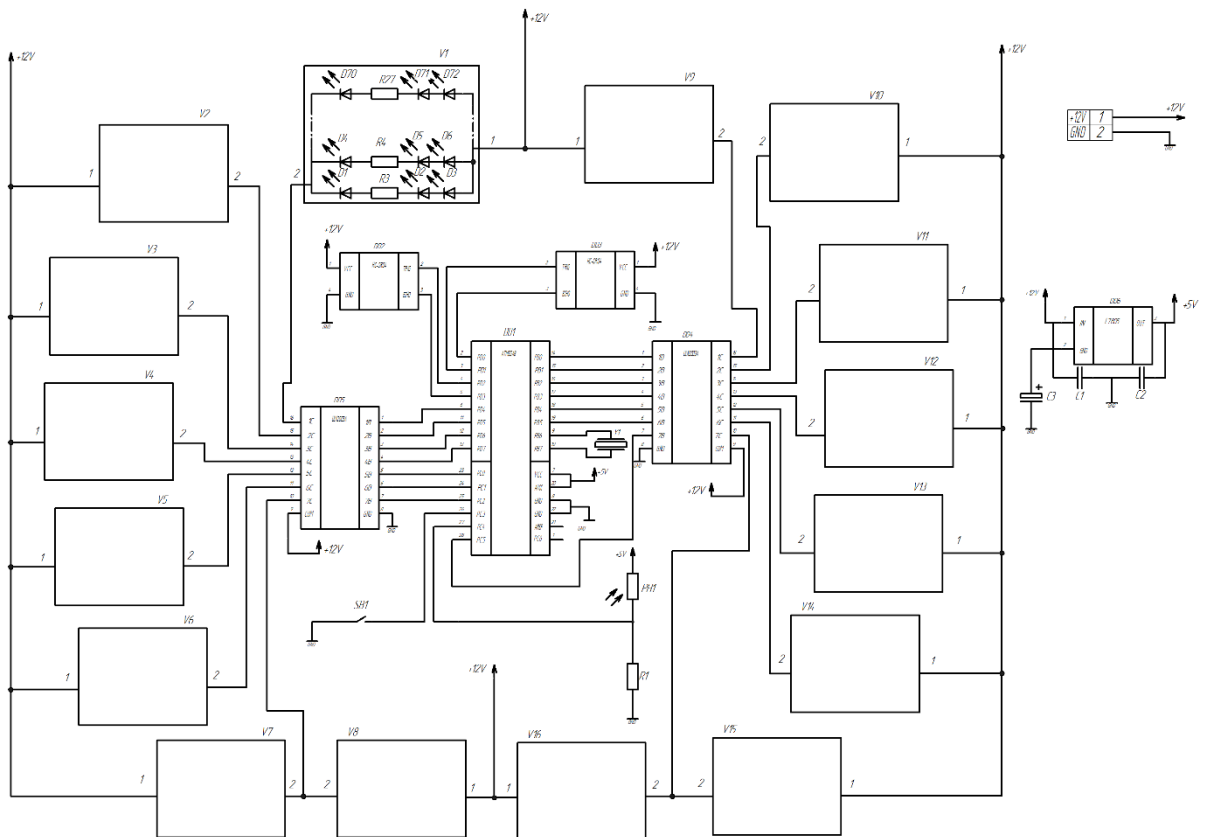


Рисунок 1.9 – Принципиальная схема.

2. Разработка системы

2.1. Разработка структурной и электрической принципиальной схем

2.1.1 Выбор светодиодной ленты.

Светодиодная лента имеет довольно простую конструкцию – в ее основе лежит гибкая подложка небольшой толщины (обычно, от 0,2 до 0,25 мм). Эта подложка изготавливается из диэлектрического материала, на который наносятся специальные токопроводящие пути. Затем на эту подложку помещают диоды, следуя строгим правилам размещения. Так как диоды работают на постоянном токе и требуют низкого напряжения, их устанавливают в группы по три диода. Кроме того, такое разделение используется потому, что самым распространенным напряжением для них является 12 Вольт. Разделение на группы позволяет разбить ленту в нужном месте на ту длину, которая требуется в данный момент без какой-либо потери работоспособности. Такая группа называется модулем минимальной длины свечения (МДС). Если перевернуть ленту обратной стороной, можно обнаружить специальные контактные клеммы, куда подключается питание. Сама же обратная сторона обычно покрывается клейким веществом, которая позволяет прикрепить светодиодную ленту к любой поверхности (стекло, металл, дерево).

Относительно самих диодов можно сказать, что сегодня наибольшее распространение получили два типа – SMD 3528 и SMD 5050.

Первые диоды характеризуются компактностью, небольшими размерами и небольшим энергопотреблением (0,08Вт). Хотя использовать их в качестве полноценного источника света нельзя. Для этого берут диоды второго типа, которые имеют три светоизлучающих кристалла и соответственно имеют большую мощность (0,12Вт). Но так как на нужна лишь подсветка лестницы нам хватит диодов первого типа - SMD 3528.

Рассмотрим схему светодиодной ленты с диодами SMD 3528:

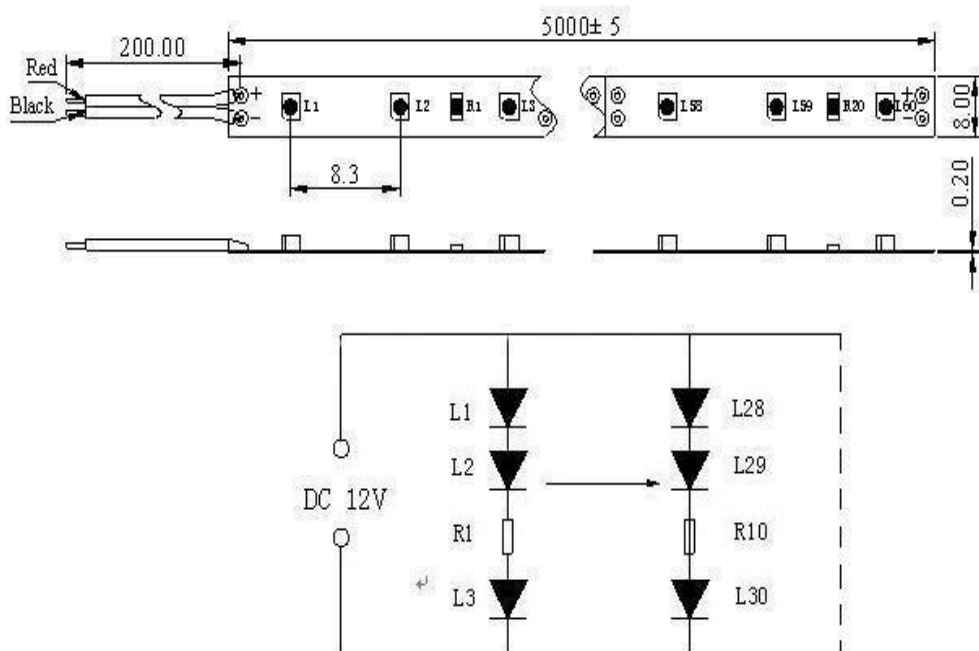


Рисунок 2.1 – Схема светодиодной ленты SMD 3528.

Светодиодная лента характеризуется количеством светодиодов в одном метре. Самый распространенный вариант - 60 штук на 1 метр для SMD диодов 3528. У такой ленты модуль МДС (три диода и резистор) имеет длину 5 см. От плотности диодов на ленте зависит яркость свечения 1 метра. Ленты с плотностью 120 и 240 диодов на 1 метр при продолжительной работе для отвода тепла следует крепить на алюминиевом профиле, керамике или стекле. Ленты с 240 диодами на метр имеют вдвое большую ширину и, как правило, питание 24 в. Производство лент – чаще всего Китай.

При наружном освещении используют влагозащитные (водонепроницаемые, влагозащищенные) ленты с тремя степенями защиты: IP65, IP67 и IP68, соответствующие таким же типам незащищенных лент. Ленты в исполнении IP68 можно размещать прямо в воде для подсветки фонтанов и бассейнов.

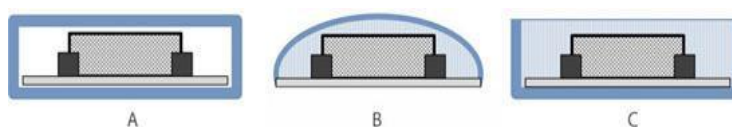


Рисунок 2.2 – Степень защиты ленты.

А - степень защиты IP65, полая силиконовая оболочка, края герметизируются силиконовым герметиком.

В - степень защиты IP67, внешняя поверхность залита силиконом.

С - степень защиты IP68, П-образная оболочка залита силиконом.

Срок службы зависит от множества факторов. Производители гарантируют 25000 часов и более.

Рассмотрим характеристики светодиодной ленты SMD 3528:

- Одноцветная. Цвета: белый, белый теплый, красный, синий и др.
- Длина x Ширина x Высота (мм.): 5000 x 8 x 2
- Напряжение питания – 12В постоянный ток
- Потребляемая мощность - 4,84 Вт/метр
- Потребляемый ток – 320 мА на метр (16 мА на модуль МДС = 5 см и, соответственно, 32 мА на 10 см, 96 мА на 30 см и т.д.)
- Световой поток зависит от цвета свечения , для белого - 240 lm /метр
- Угол света - 120°

Для лестницы с 16 ступенями, из расчётов ранее, нам необходимо примерно 19 метров светодиодной ленты, то нам необходимо рассчитать потребляемую мощность и необходимый ток.

Общий потребляемый ток светодиодной ленты рассчитывается по формуле:

$$I_{\text{общ}} = I * L,$$

где I - потребляемый ток на один метр.

$$I_{\text{общ}} = 320 \text{ мА} * 19 \text{ м} = 6080 \text{ мА}$$

В результате видно, что 19 метров светодиодной ленты SMD 3528 потребляет ток силой 6 А.

Прежде чем производить установку системы в помещениях необходимо произвести настройку, отладку и провести эксперименты, для выявления недоработок. Для этих целей использование лестницы в полном

масштабе крайне неудобно, поэтому был изготовлен реалистичный макет лестницы с 16 ступенями и 2 пролётами.

Для макета лестницы необходимо выбрать светодиоды.

Характеристики выбранных светодиодов:

- Цвет - синий
- Напряжение питания - 2,5В
- Потребляемый ток - 20 мА

Нам понадобится по одному светодиоду на 1 лестничную ступень, то есть всего 14 светодиодов. Общий потребляемый ток светодиодов составляет $20 \text{ мА} * 14 = 280 \text{ мА}$.

Итак, рассмотрев характеристики и стоимость светодиодной ленты SMD 3528, мы выбрали её для реализации.

2.1.2 Выбор блока питания

Выбор блока питания зависит от потребляемой мощности нашей схемы, в частности светодиодов.

Чтобы посчитать мощность блока питания, обратимся к техническим характеристикам светодиодной ленты SMD 3528. Нам необходим показатель - потребляемая мощность на метр ленты. Для SMD 3528 $P_{\text{ленты}} = 4,8 \text{ Вт/м}$. Нам необходимо обеспечить питанием 19 метров светодиодной ленты (ДЛИНА=19 м). Мощность, потребляемая лентой, может быть найдена по формуле:

$$P_{\text{потребляемая}} = P_{\text{ленты}} * \text{ДЛИНА} = 4,8 \text{ Вт/м} * 19 \text{ м} = 92 \text{ Вт}$$

Мощность блока питания должна быть не меньше потребляемой мощности. Для того чтобы рассчитать требуемую мощность блока питания, умножим потребляемую мощность на коэффициент запаса

$$k_{\text{зап}} = 1,25$$

$$P_{\text{БП}} = P_{\text{потребляемая}} * k_{\text{зап}} = 92 \text{ Вт} * 1,25 = 115 \text{ Вт}$$

Мы рассчитали необходимую мощность блока питания. Мощность необходимого блока питания должна превышать 115 Вт, а выходное напряжение должно соответствовать напряжению питания светодиодной ленты, то есть 12В.

Рассмотрим специализированные блоки питания для питания светодиодных лент.

Одни из таких блоков питания является не герметичный блок питания для светодиодных лент HTS-150-12. Стоимость данного блока питания начинается от 450 рублей.

Таблица 2.1. - Технические характеристики блока питания HTS-150-12:

Входное напряжение:	88-132В / 176-264В устанавливается переключателем
Входная частота сети:	47-63Гц
Пусковой ток:	Холодный старт, 30А/115В, 50А/230В
Диапазон регулировки выходного напряжения:	±10% от номинального выходного напряжения
Нестабильность выходного напряжения:	≤0.5%
Защита от перегрузки:	105%-150% Отключение, перезапуск через выкл/вкл питания
Защита от короткого замыкания:	Отключение, перезапуск через выкл/вкл питания
Время нарастания / спада выходного напряжения:	50мс / 20мс при полной загрузке(Typical)
Электрическая прочность изоляции:	I/P-O/P, I/P-FG: 1.5кВ, O/P-FG: 0.5кВ
Условия эксплуатации:	от 0°С до +50°С при 100%, -10°С при 80% +60°С при 60% загрузки

Продолжение таблицы 2.1

Условия хранения:	от -40°С до +85°С, влажность: 0-95%(без конденсата)
Стандарты безопасности:	Разработан под стандарт UL1012
Стандарты по электрической совместимости:	Разработан под стандарт FCC Part 15 J
Способ охлаждения:	Естественное охлаждение
Вес:	0.7кг/шт



Рисунок 2.3 – Блок питания для светодиодных лент HTS-150-12.

Как видно по характеристикам данный блок питания рассчитан только на питание светодиодных лент, так как выходное напряжение 12 Вольт.

Рассмотрим компьютерные блоки питания, у которых есть несколько выходных напряжений. Компьютерные блоки питания используются для питания материнских плат, дисководов, жёстких дисков, видеокарт и различных электронных составляющих системного блока.

В основном компьютерные блоки питания имеют три выходных напряжения: 12 вольт, 5 вольт, 3.3 вольта. Все компьютерные блоки питания в отличие от дешевых моделей блоков питания для светодиодных лент

имеют защиту от перегрузки и защиту от короткого замыкания. Используя каталог товаров, нашли наиболее подходящий для нас блок питания SuperPower Q 350Вт стоимость которого 400 рублей. Данный блок питания можно купить в любом компьютерном магазине.

Рассмотрим технические характеристики компьютерного блока питания SuperPower Q 350Вт.

Таблица 2.2. Технические характеристики блока питания SuperPower.

Общие характеристики

Мощность	350 Вт
Система охлаждения	Один вентилятор
Диаметр вентилятора	80 мм

Параметры выходных сигналов

Ток по линии +3,3 В	28 А
Ток по линии +5 В	28 А
Ток по линии +12 В в1	18 А

Разъемы

Тип разъема для материнской платы	20+4 pin
-----------------------------------	----------

Дополнительная информация

Наличие выключателя	Есть
Наличие внешней розетки 220В	Нет
Защита	OPP (Защита от перегрузки), SCP
Цвет	Серый
Габариты	150 x 86 x 140 мм
Вес	600 г



Рисунок 2.4 – Блок питания SuperPower Q 350Вт.

Мощности данного блока питания нам будет достаточно. Видно, что максимальный ток нагрузки по линии 12 вольт также удовлетворяет наши потребности. Очень важно, что у данного блока питания есть линия питания напряжением 5 вольт, что позволит нам использовать его для питания нашей схемы управления светодиодными лентами.

Необходимо помнить, что мы будем работать на макете лестницы, и для ней потребляемая мощность будет гораздо меньшей.

Итак, рассмотрев различные блоки питания, остановили свой выбор на компьютерном блоке питания, потому как он легкодоступен.

2.1.3 Выбор системы управления

Рассмотрим специализированные контроллеры DMX которые служат для реализации управления освещением и светотехникой по единому цифровому протоколу DMX с созданием сложных цветовых эффектов. DMX-контроллер - это устройства для генерации сигнала управления по протоколу DMX-512. Световые программы обычно настраиваются на персональном компьютере с помощью прилагаемого ПО и передаются в DMX-контроллер через USB порт. DMX контроллеры являются специализированным

средством управления освещением и поставляются в различных модификациях, которые отличаются количеством управляемых каналов. Цены на DMX контроллеры начинаются от 4000 рублей, что ни как не позволяет нам достигнуть поставленных целей в связи со своей дороговизной.

Существует возможность разработать систему управления светодиодами на базе микроконтроллеров.

Рассмотрим микроконтроллеры.

Микроконтроллеры можно встретить в огромном количестве современных промышленных и бытовых приборов: станках, автомобилях, телефонах, телевизорах, холодильниках, стиральных машинах и кофеварках. Среди производителей микроконтроллеров можно назвать Intel, Motorola, Hitachi, Microchip, Atmel, Philips, Texas Instruments, Infineon Technologies (бывшая Siemens Semiconductor Group) и многих других.

Основным классификационным признаком микроконтроллеров является разрядность данных, обрабатываемых арифметико-логическим устройством (АЛУ). По этому признаку они делятся на 4-, 8-, 16-, 32- и 64-разрядные. Сегодня наибольшая доля мирового рынка микроконтроллеров принадлежит восьмиразрядным устройствам (около 50 % в стоимостном выражении). За ними следуют 16-разрядные и DSP-микроконтроллеры (DSP - Digital Signal Processor - цифровой сигнальный процессор), ориентированные на использование в системах обработки сигналов (каждая из групп занимает примерно по 20 % рынка). Внутри каждой группы микроконтроллеры делятся на CISC- и RISC-устройства.

Наиболее многочисленной группой являются CISC-микроконтроллеры (компьютер с комплексным набором команд), но в последние годы среди новых чипов наметилась явная тенденция роста доли RISC-архитектуры (компьютер с сокращённым набором команд).

Тактовая частота, или, более точно, скорость шины, определяет, сколько вычислений может быть выполнено за единицу времени. В основном

производительность микроконтроллера и потребляемая им мощность увеличиваются с повышением тактовой частоты. Производительность микроконтроллера измеряют в MIPS (Million Instructions per Second - миллион инструкций в секунду).

Фирма “Atmel Corp.” (США) на данный момент является одним из признанных лидеров в области производства широкого спектра микроэлектронных компонентов: микросхем энергонезависимой памяти, микроконтроллеров общего назначения и микросхем программируемой логики. Именно поэтому данная фирма была выбрана для создания системы управления светодиодами.

Начиная с середины 90-х годов, фирма “Atmel” начала активно развивать новое направление в своей деятельности – производство высокопроизводительных 8-разрядных RISC-микроконтроллеров для встраиваемых приложений, объединенных общим названием AVR.

Микроконтроллеры AVR приобрели большую популярность, привлекая разработчиков достаточно выгодным соотношением таких показателей, как цена, быстродействие и энергопотребление. Кроме того важными параметрами являются удобные режимы программирования, доступностью программно-аппаратных средств поддержки и широкая номенклатура выпускаемых кристаллов. Микроконтроллеры этой серии используются в автомобильной электронике, бытовой технике, сетевых картах и материнских платах компьютеров, в мобильных телефонах нового поколения и т.д.

В рамках единой базовой архитектуры AVR-микроконтроллеры подразделяются на три семейства:

- Tiny AVR – дешевые и довольно простые по конструкции микроконтроллеры в 8-выводном исполнении;
- Classic AVR – базовая линия микроконтроллеров;
- Mega AVR – микроконтроллеры для сложных приложений, требующих большого объема памяти программ и данных.

При этом все микроконтроллеры семейства поддерживают несколько режимов пониженного энергопотребления, имеют блок прерываний, сторожевой таймер и допускают программирование непосредственно в готовом устройстве через последовательный интерфейс SPI.

Фирма постоянно работает над совершенствованием своей продукции в следующих направлениях:

- в снижении удельного энергопотребления (мА/МГц);
- расширения диапазона питающих напряжений (до 1.8 В), что существенно для продления ресурса батарейных систем;
- увеличения быстродействия до 16 млн. операций в секунду;
- встройки в изделия реально-временных эмуляторов и отладчиков;
- реализации функции самопрограммирования;
- совершенствования и расширения количества периферийных модулей;
- встройки специализированных устройств (радиочастотный передатчик, USB-контроллер, драйвер ЖКИ, программируемая логика, контроллер DVD, устройства защиты данных) и др.

Ведущие сторонние производители выпускают полный спектр компиляторов, программаторов, ассемблеров, отладчиков, разъемов и адаптеров. Отличительной чертой Atmel является невысокая стоимость продукции.

Для реализации был выбран микроконтроллер ATmega 8 фирмы Atmel. Выбор был сделан не случайно, это один из самых популярных микроконтроллеров на сегодняшний день. Объясняется это широкой доступностью и хорошими функциональными возможностями микроконтроллера, а так же несколькими вариантами исполнения корпусов микросхемы.

Микроконтроллер ATmega8 выполнен по технологии CMOS, 8-разрядный, основан на AVR-архитектуре RISC. Выполняя одну полноценную инструкцию за один такт, ATmega8 достигает производительности 1 MIPS на МГц, позволяя достигнуть оптимального соотношения производительности к потребляемой энергии.

Технические параметры находятся в приложении А.

Данный микроконтроллер поставляется в корпусах различных видов, но для удобства монтажа мы будем использовать DIP - корпус.

Рассмотрев системы управления мы остановили свой выбор на разработке собственной системы управления, на основе микроконтроллера фирмы Atmel, ATmega8.

2.1.4 Выбор датчиков

Для определения местонахождения человека на лестнице и приближении к ней, нам потребуются датчики, которые будут подавать сигнал на микроконтроллер о том, что человек приближается к лестнице.

Для получения данных об объекте в пространстве был выбран ультразвуковой сенсор HC-SR04. Данный сенсор был выбран благодаря своим техническим характеристикам при низкой стоимости на рынке.

Характеристики:

- Напряжение питания: +5В
- Эффективный угол 15°
- Дистанция: от 2 см до 500 см.
- 4 порта подключения



Рисунок 2.5 – внешний вид устройства HC-SR04.

Ultrasonic Ranging Module HC-SR04 - это помещенные на одну плату приемник и передатчик ультразвукового сигнала. Динамик и микрофон, по сути, только для неслышного человеческого уху ультразвука. Кроме самих приемника и передатчика на плате находится еще и необходимая обвязка, чтобы сделать работу с этим датчиком простой и непринужденной.

Датчик обладает низким энергопотреблением, что также является немаловажным параметром в случае с мобильными роботами не привязанных к розетке.

Питается HC-SR04 от 5V.

Датчик распространяет звук частотой - 40кГц.

Датчик HC-SR04 предназначен для вычисления ближайшего расстояния до объекта и преобразования его в численный вид. Звук распространяется с задержкой, которая зависит от расстояния от источника до объекта. Принцип действия датчика заключается в следующем: для инициализации работы датчика микроконтроллер посылает ему логическую единицу на вход. Получив этот сигнал, датчик излучателем генерирует ультразвуковой сигнал и начинает ждать ответа (отраженной волны). При приходе отраженной волны (отраженного сигнала) датчик выдает на свой выход сигнал, который считывается микроконтроллером. Далее микроконтроллер исходя из разности времен отправки звукового сигнала и получения его отражения рассчитывает расстояние до ближайшего объекта (от которого пришла отраженная волна).

Скорость распространения звука в воздухе равна 340 метров в секунду.

Формула задержки распространения звука $Dt = l / M$, где

Dt - задержка в секундах;

l - расстояние в метрах;

M - скорость звука (340 м/с) в метрах в секунду;

Применяя эту формулу рассчитаем задержку распространения звука на 1 метр.

$Dt = 1/340 = 0,0029411764705882$ сек. = 2941 микросекунд на 1 метр.

Исходя из этого видно что задержка распространения звука на 1 сантиметр равна $2941 / 100$ см = 29 мкс/с.

Звук достигнув объекта отражается и возвращается к приёмнику датчика, т.е. задержка получается в два раза больше и это надо учитывать при расчёте расстояния до объекта.

Делая вывод можем вывести формулу расчёта расстояния до объекта:

$L = M / Dt / 2$, где

L - расстояние до объекта в сантиметрах;

M - задержка между отправкой сигнала и получением эха в микросекундах;

Dt - задержка распространения в микросекундах;

Исходя из спецификации датчика перед тем как отправить звуковое излучение он не должен отправлять или принимать звуковые излучения. Для этого нам нужно его кратковременно отключить путём отправления команды микроконтроллером на отключение и включение. Затем микроконтроллер в течении 10 микросекунд подаёт команду на отправку звукового излучения. После этого датчик обрабатывает 8 циклов, посылая звуковую волну частотой 40кГц и одновременно с этим переходит в режим ожидания отражения звукового излучения, отправляя микроконтроллеру логическую единицу. Датчик ждёт отражённый ультразвуковой сигнал в течении 38 миллисекунд. Как только на приёмнике появляется отражение, датчик посылает микроконтроллеру логический ноль. Время между отправкой звука в воздух и получения от него отражения и является искомым параметром M, от которой зависит расчёт формулы расстояния до объекта.

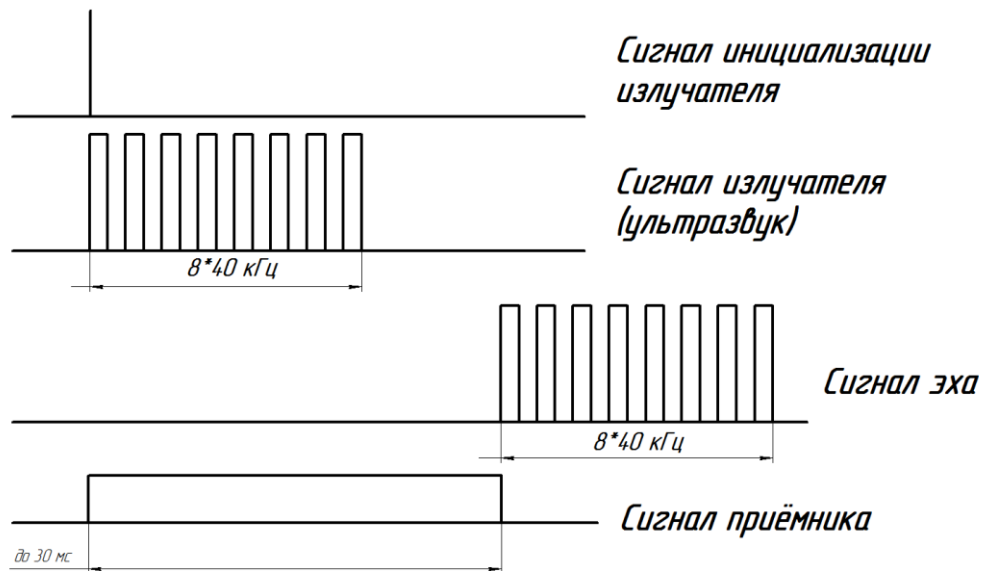


Рисунок 2.6 – Диаграмма работы датчика HC-SR04.

Во избежание наложений эхо в спецификации советуется повторять процесс проверки расстояния с задержкой более 60мс.

Итак, рассмотрев характеристики датчика HC-SR04 мы решили остановиться на нем, так как он подходит нам по характеристикам и доступен в цене.

2.1.5 Макет лестницы

Как указывалось ранее для проведения экспериментов и отладки программы, необходимо разработать макет лестницы. Для этого была выбрана стандартная лестница с одной лестничной площадкой и двумя пролетами. Общее количество ступеней равно 16. Макет лестницы изготовлен в масштабе 1:10.

Параметры макета лестницы:

- Длина ступеней макета 120мм.
- Ширина ступеней макета составляет 30мм.
- Высота ступеней макета 20мм.
- Ширина лестничной площадки 120мм.
- Длина лестничной площадки 120мм.

Для демонстрации подсветки лестницы на каждую ступень макета был установлен ранее выбранный нами синий светодиод, ток потребления 20мА. Так же были установлены образцы перегородок лестницы, в которую были вмонтированы ранее выбранные нами датчики HC-SR04.

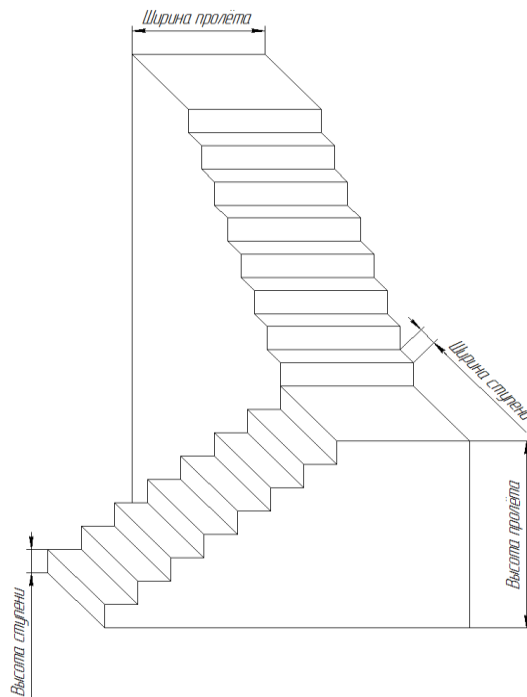


Рисунок 2.7 – Схема макета лестницы.

2.1.6 Выбор усилительного блока

Исходя из параметров микроконтроллера для корпусов PDIP суммарный входной ток для всех ножек не должен превышать 400мА. Одна ножка микроконтроллера может выдержать входной ток максимум 200мА.

В проекте используется 19 метров светодиодной ленты по 1,20м каждый. Один метр светодиодной ленты потребляет ток 320мА.

Из этого делаем вывод что для того чтобы ограничить входной ток для микроконтроллера нам необходимо установить между ним и подключаемой светодиодной лентой усиливающий блок.

Рассмотрим транзисторную сборку Дарлингтона ULN2003A.

ULN2003A - транзисторная сборка Дарлингтона. Каждый прибор содержит семь пар Дарлингтона с открытым коллектором и общим выводом. Каждый канал рассчитан на ток 500мА и может выдерживать пиковый ток 600мА. Диоды включены для подавления индуктивной нагрузки, входы могут переключаться на выходы для упрощения управления. Эти универсальные свойства полезны для работы в широком диапазоне нагрузок.

Прибор поставляется в 16-выводном пластиковом DIP-корпусе с обмедненными для снижения сопротивления ножками.

Особенности:

- Семь пар Дарлингтона в одном корпусе
- Полярность транзистора: NPN
- Выходной ток драйвера 500мА (600мА пик)
- Выходное напряжение 50В
- Встроенные диоды подавления для индуктивных нагрузок
- Выходы могут подключаться параллельно для более высокой пропускной способности тока
- ТТЛ/КМОП/МОП/ДТЛ совместимые выходы
- Переключение входов/выходов для упрощения управления

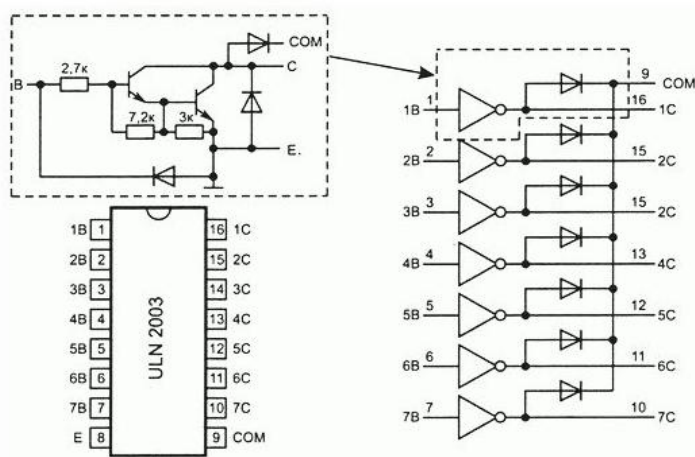


Рисунок 2.8 – Транзисторная сборка Дарлингтона.

Рассмотрев характеристики транзисторной сборки Дарлингтона решили остановить свой выбор на нем.

2.1.7 Выбор датчика освещенности

Целью нашей работы является создание экономичной и динамической системы подсветки лестницы, поэтому в нашу систему необходимо добавить возможность автоматического отключения света в дневное время или при включенном внешнем освещении. Для этого необходимо установить датчик освещенности.

Рассмотрим фоторезистор ФР-764.

Принцип работы фоторезистора заключается в том, что при большем освещении сопротивление фоторезистора уменьшается, и проходящий через него ток увеличивается. При уменьшении воздействия освещения на фоторезистор его сопротивление увеличивается и ток, проходящий через него уменьшается. Это необходимо учесть при разработке программы для выбранного микроконтроллера.

Характеристики фоторезистора ФР-764.

Длина волны: 0,62 - 0,66 мкм

Рабочее напряжение, $U_{раб}$: 20В (не более)

Общий ток, $I_{общ}$: 1500мкА (не менее)

Темновое сопротивление, $R_{тем}$: 2,0МОм (не менее)

Темновой ток, $I_{тем}$: 10мкА (не более)

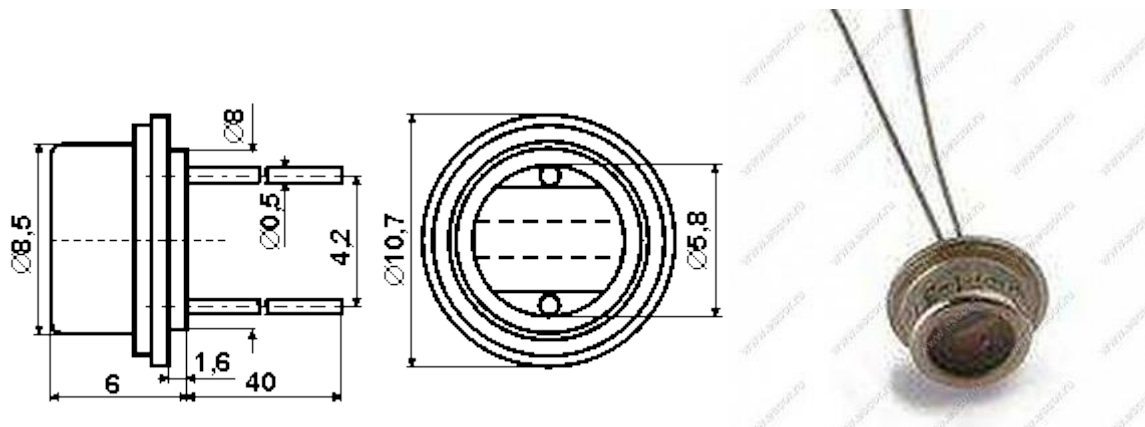


Рисунок 2.9 – Фоторезистор ФР-764.

Рассмотрев характеристики фоторезистора ФР-764, мы решили выбрать его так как он подходит нам по техническим характеристикам.

2.1.8 Выбор стабилизатора напряжения

Для того чтобы наша схема могла работать от любого источника 12 В необходимо, для питания платы управления понизить напряжение до 5В, для этого нужно установить стабилизатор напряжения.

Для этого мы используем линейный стабилизатор — L7805CV, с фиксированным напряжением положительной полярности 5V и выходным током 1А. На вход линейного стабилизатора подаётся не стабилизированное напряжение 7 до 36V. L7805CV выпускается в прочном корпусе ТО-220.

Данные микросхемы нашли широкое применение в источниках питания логических систем, в радиоэлектронных устройствах, и измерительной технике.

Особенности L7805CV:

- Максимальный выходной ток: 1А;
- Не требуются внешние компоненты;
- Внутренняя термозащита, ограничение тока;
- Защита выходного транзистора от КЗ;

- Номинальный выходной: 1.5А
- Максимальное входное напряжение: 40V;
- Выходное напряжение: 5V;
- Корпус: ТО220.

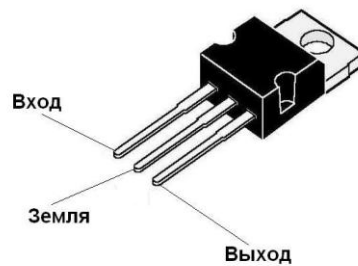


Рисунок 2.10 – Цоколёвка L7805CV.

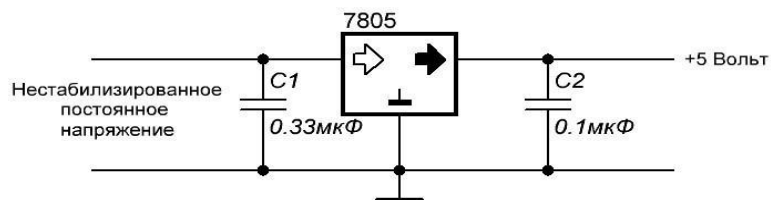


Рисунок 2.11 – Схема подключения L7805CV.

2.2. Выбор и описание компонентов

В разработанную систему динамической подсветки лестницы входят следующие компоненты:

- Блок питания
- Светодиодные ленты
- Стабилизатор напряжения L7805
- Микроконтроллер
- Датчики движения HC-SR04
- Транзисторная сборка Дарлингтона ULN2003A
- Фоторезистор ФР-764
- Тактовая кнопка переключения режимов работы.

Разработку компоновки системы необходимо начать с подключения выбранного блока питания к сети 220 Вольт.

Выбранная светодиодная лента работает от напряжения 12 вольт.

К блоку питания к сети 12 вольт подключён разъём для светодиодных лент и, разъём для питания системы управления.

Система управления подключена через микросхему 7805, которая используется для понижения напряжения до 5 вольт.

Напряжение 5 Вольт необходимо для питания микроконтроллера и датчиков движения.

Через сеть 5 вольт мы подключаем микроконтроллер и датчики движения. Для того чтобы датчики движения работали необходимым нам образом, их мы подсоединяем к указанным ножкам микроконтроллера.

Ножки TRIG на датчиках движения отвечают за отправку ультразвуковых импульсов, а ножка ECHO отвечает за передачу микроконтроллеру ответа от приёмника ультразвукового датчика.

В систему управления также необходимо подключить кварцевый резонатор частотой 16МГц. Он необходим для повышения вычислительной мощности микроконтроллера.

Для того чтобы активировать светодиодные ленты, которые мы подключили к сети блока питания 12 Вольт, нам необходимо подавать на них "0".

Прежде всего обратим внимание на некоторые характеристики светодиодных лент и микроконтроллера.

В характеристике к светодиодным лентам указан ток питания на 1 метр, который составляет 320мА. Ток, который будет проходить через ножку микроконтроллера, при подключении светодиодной ленты, намного выше максимального. Этого допустить нельзя, поэтому необходимо установить транзисторную сборку Дарлингтона ULN2003А, в спецификации которой указан максимальный входной ток до 500 мА.

Все базы транзисторной сборки Дарлингтона мы подключаем к ножкам микроконтроллера, для активации транзисторов базы, а все коллекторы подключаем к светодиодным лентам к сети "минус" ("0").

Такое подключение было необходимо исходя из принципа работы транзисторной сборки Дарлингтона, при котором коллектор замыкается на "0" при открытии базы.

Для защиты от срабатывания системы в дневное время в системе используется фоторезистор ФР-764, который подключается в разрыв к сети "5 Вольт" и к сети "ноль". Для защиты от короткого замыкания между сетью "ноль" и фоторезистором устанавливается подтягивающий резистор. Ножку микроконтроллера следует подключить к сети между подтягивающим резистором и фоторезистором для снятия актуальных показаний напряжения в сети.

В разработанной системе подсветки лестницы существует два режима работы. Для того чтобы осуществить смену режимов работы, необходимо установить кнопку переключения режимов работы.

Кнопка подключается одним концом к сети "5 вольт", другим к ножке микроконтроллера.

3. Программная часть

Для реализации программной части был выбран язык программирования Arduino, основанный на языке программирования C++.

Данный язык программирования был выбран по причине быстрого обучения и простоты понимания выполняемых инструкций. У языка программирования Arduino имеется большое сообщество разработчиков, что увеличивает скорость обучения и возможность получить своевременную помощь при возникновении трудностей при разработке.

Листинг написанной программы находится в приложении А.

4. Описание предполагаемых конструкции и монтажа системы

Разработку конструкции системы можно разбить на несколько этапов:

1. Установка осветительных приборов.
2. Установка системы управления.
3. Установка датчиков движения.
4. Установка датчика освещённости.

Рассмотрим первый этап - монтаж осветительных приборов.

В разработанной системе динамической подсветки лестницы в качестве осветительных приборов используются светодиодные ленты SMD 3528. Для того чтобы установить данную светодиодную ленту на лестницу, выбранным нами способом монтажа (установка по всей длине ступени), рассмотрим составные части лестничной ступени.

Лестничная ступень состоит из:

1. Проступи - горизонтальная плоскость (ширина) ступени.
2. Подступёнка - вертикальная плоскость (высота) ступени.

Эти элементы можно увидеть на рисунке 4.1

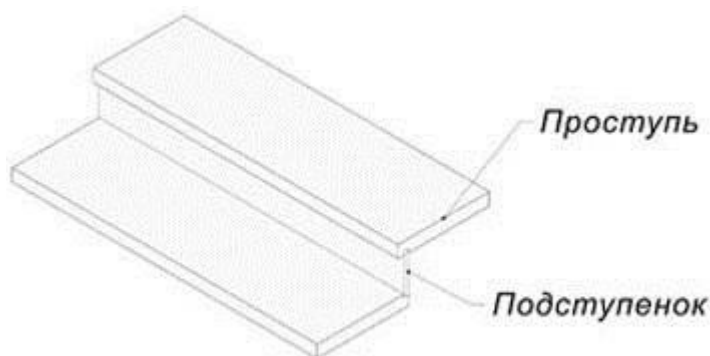


Рисунок 4.1 – Конструкция ступени.

При выбранном нами варианте установки светодиодной ленты, нам необходимо установить её в место соединения подступёнка и проступи.

При таком варианте установки светодиодной ленты, необходимо обратить внимание на характеристику светодиодной ленты, а именно на параметр угол рассеивания. У SMD 3528 этот параметр составляет 120 градусов.

Это означает что при подъёме по лестнице, включенная светодиодная лента будет ослеплять человека.

Чтобы устранить этот опасный фактор необходимо в нижней части проступи выпилить паз. Размеры паза должны отличаться от размеров устанавливаемой светодиодной ленты.

Размер устанавливаемой на ступень светодиодной ленты SMD 3528:

- Ширина: 8 мм.
- Высота: 2.8 мм.
- Длина: 1200 мм.

Длина светодиодной ленты соответствует длине ступени, на которую производится установка.

Исходя из размеров светодиодной ленты, были вычислены размеры паза, которого необходимо выпилить для установки светодиодной ленты:

- Ширина: 9 мм.
- Глубина: 5 мм.
- Длина: 1200 мм.

Такой паз может быть выпилен специальной фрезой при установке системы динамической подсветки лестницы.

Каждая светодиодная лента, как описывалось выше, имеет клеящуюся подложку. При установке отрезков светодиодной ленты необходимо подготовить поверхность, на которую будет произведёт монтаж.

Для защиты от пыли и влаги выпиленный паз необходимо закрыть защитным экраном, который изготавливается из полиметилметакрилата (органическое стекло) матового цвета. Матовый цвет способствует сглаживанию границы рассеивания света, излучаемого светодиодной лентой. Монтаж защитного щита производится на прозрачный силикон.

При монтаже осветительных приборов, необходимо заранее проложить проводку для питания светодиодной ленты.

Проводка прокладывается двумя способами:

1. Монтаж проводки в стену.
2. Монтаж проводки в перила.

При монтаже проводки в стену, к которой примыкают ступени лестнице, необходимо заранее подготовить в ней паз. Размеры паза зависят от:

1. Толщины прокладываемого кабеля, подключенного к фазе блока питания и соединяемый с клеммой “плюс” на светодиодной ленте.
2. Толщины прокладываемых кабелей, подключенных к ножкам транзисторных сборок, установленных в системе управления, с одной стороны, а с другой стороны к клемме “земля” на светодиодной ленте.
3. Количества прокладываемых проводов.
4. Размеров защитного кабель-канала.

Рассмотрим второй этап - установка системы управления.

На данном этапе производится установка блока питания и разработанной системы управления на базе микроконтроллера ATmega8 компании Atmel.

Установка блока питания и вывод токопроводящих кабелей производится в труднодоступном, сухом месте. Такое место есть в пространстве под лестницей.

Установка выбранного блока питания и разработанной системы управления производится в согласии с противопожарными требованиями в электрический шкаф.

Электрический шкаф монтируется по инструкции и к нему прокладывается сетевой кабель от сети 220 Вольт 50Гц.

Рассмотрим третий этап - установка датчиков движения.

Выбранные нами датчики движения HC-SR04 устанавливаются на лестничной площадке.

При установке и настройке системы необходимо выставить угол наклона датчиков движения, чтобы он соответствовал углу подъёма лестничного марша. Это делается для того чтобы посылаемый датчиком ультразвуковой сигнал не отражался от ступеней лестницы, вызывая ложную активацию подсветки лестничных ступеней.

Необходимо установить два датчика движения. Один из них устанавливается указывая направления вдоль первого лестничного пролёта (сверху вниз). Второй направляется вдоль второго лестничного пролёта (снизу вверх).

К датчикам движения к разъёмам подключаются токопроводящие провода, которые должны быть подключены к разъёмам на плате управления. Они могут быть тонкими, потому как токи проходящие через них очень низкие (примерно 25мА).

Сами датчики закрываются подрозетниками из гипсокартона, в котором делаются прорези для приёмника и излучателя датчика.

Рассмотрим четвёртый этап - установка датчика освещённости.

Выбранный датчик освещённости может быть установлен двумя способами:

1. Установка в оконном проёме.
2. Установка на лестничной площадке.

При первом варианте выбранный фоторезистор устанавливается в ближайший оконный проём, для определения степени освещения с улицы. При таком варианте система динамической подсветки лестницы активируется в вечернее время, когда на улице темнее.

Однако при установке фоторезистора в оконный проём не всегда удобная, по причине отсутствия естественного освещения лестницы, отсутствия окон в районе лестницы. Поэтому в некоторых местах существует возможность установки при втором варианте.

При втором варианте установки фоторезистора на лестничной площадке, он устанавливается в подрозетник одного из датчиков. Важно помнить что при таком варианте установки датчиков освещённости

возможна ошибочное снятие показаний с них, по причине включенной подсветки лестницы. При этом в тёмное время суток или при отключенном внешнем освещении система активируется и производит действия необходимые для активации светодиодных лент. В дальнейшем может возникнуть такая ситуация, что в момент снятия показаний с датчика освещённости будет активирована подсветка ступеней и при этом система автоматически отключит подсветку. Затем датчик освещённости вновь зафиксирует отключенную подсветку и активирует её. Так цикл будет повторяться бесконечно вызывая моргание светодиодных лент.

Для того чтобы избежать таких ошибок программно реализуется задержка снятия показаний с датчиков освещённости. В момент снятия результатов с датчика освещённости кратковременно отключается подсветка. При таком подходе количество ошибок резко уменьшается и эффективность системы увеличивается.

Готовую компоновку системы можно увидеть на рисунке 4.2.

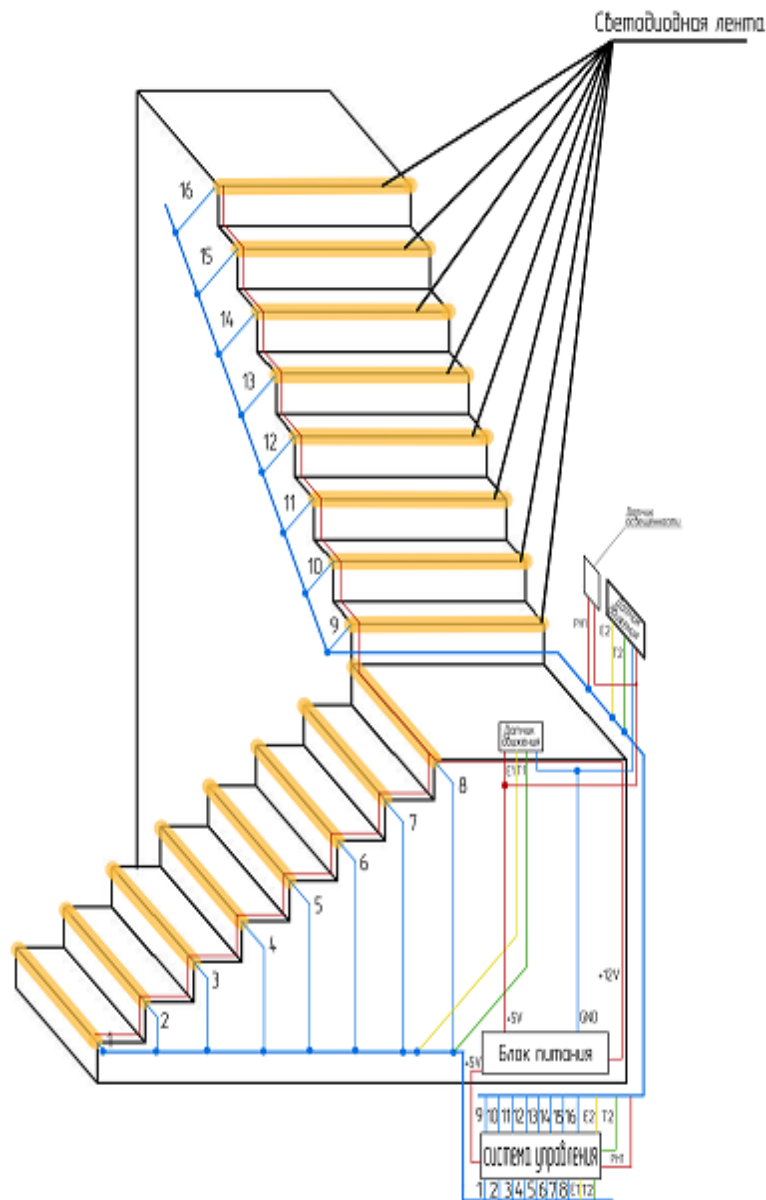


Рисунок 4.2 – Компоновка системы динамической подсветки лестницы.

На рисунке 4.2. изображены все компоненты системы.

Красными линиями изображены кабеля, подключенные к фазе блока питания.

Синими линиями изображены кабеля, подключенные к земле блока питания или к выводам транзисторных сборок Дарлингтона.

Заключение

В данной работе была разработана система микроконтроллерного управления динамической подсветки лестницы. Цель работы заключалась в разработке энергосберегающей системы подсветки лестницы обеспечивающей пользователю эстетическое удовольствие, повышения уровня технологичности зданий и уменьшения уровня травматизма при низком энергопотреблении.

Для достижения поставленной цели в работе были решены следующие задачи: разработка структурной схемы системы динамической подсветки лестницы; разработка электрической схемы.

Список используемой литературы

1. Описание микроконтроллеров семейства AVR компании ATMEGA [Электронный ресурс]. URL: <http://www.atmel.com/devices/ATMEGA8.aspx> (Дата обращения: 08.03.2019)
2. Статистика травм на лестницах [Электронный ресурс]. URL: <http://www.rusarticles.com/sovety-statya/lestnicy-territoriya-povyshennoj-opasnosti-4982983.html> (Дата обращения: 08.03.2019)
3. Типы и характеристики светодиодных лент. [Электронный ресурс]. URL: <http://difinfo.ru/e/led-lenta.html> (Дата обращения: 08.03.2019)
4. СНИП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение. Введ.1996-01-01.
5. Параметры и описание транзисторной сборки Дарлингтона ULN2003A [Электронный ресурс]. URL: <http://lib.chipdip.ru/223/DOC000223809.pdf>
6. Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника: Справочное руководство.-М.:Мир,1982.-512 с.,ил.
7. Книга по программированию микроконтроллеров AVR [Электронный ресурс]. URL:<http://сhem.net/mc/book.php/>. (Дата обращения: 08.03.2019)
8. Выбор стабилизатора напряжения [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ruselectronic.com/news/stabilizatory-naprjazhjenija/>.
9. Характеристики и выбор блока питания [Электронный ресурс]. URL: <http://www.cyberguru.ru/hardware/cases-cooling/power-supply.html>. (Дата обращения: 08.03.2019)
10. Ультразвуковой датчик измерения расстояния HC-SR04 [Электронный ресурс]. URL: <http://robocraft.ru/blog/electronics/772.html> (Дата обращения: 08.03.2019)
11. Семёнов Б.Ю. Силовая электроника: от простого к сложному. – 2 изд., испр - М.: СОЛОН-Пресс, 2015. – 416с.: ил.

12. Электроника и нанoeлектроника, управление в технических системах, электроэнергетика и электротехника. Выполнение бакалаврской работы / сост. Позднов М.В., Прядилов А.В. - Тольятти: ТГУ, 2019. - 41 с.

13. Положение о выпускной квалификационной работе: утв. решен. учен. совет. от 21.12.2017 решение №94 : [Электронный ресурс]. URL: https://www.tltsu.ru/upravlenie/educational-methodical-management/regulatory-documents-of-educational-process/7_Положение%20о%20ВКР-дек_pdf.pdf (Дата обращения: 08.03.2019).

14. Порядок обеспечения самостоятельности выполнения письменных работ в ТГУ : [Электронный ресурс]. URL: https://www.tltsu.ru/upravlenie/educational-methodical-management/regulatory-documents-of-educational-process/16_Порядок%20обеспечения%20самостоятельности%20выполнения%20письменных%20работ%20в%20ТГУ.pdf (Дата обращения: 08.03.2019).

15. ГОСТ 2.105-95. Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам [Текст]. - Введ. 1996-07-01. - М.: Госстандарт РФ: Изд-во стандартов, 1994.- 19с.: ил.

16. ГОСТ 7.32-2001. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления [Текст]. - Введ. 2002-07-01. - М.: Госстандарт РФ: Изд-во стандартов, 2001.- 23с.

17. ГОСТ 2.702-2011. Единая система конструкторской документации. Правила выполнения схем.- Введ. 2012-01-01. - М.: Стандартинформ: Изд-во стандартов, 2011.- 22с.: ил.

18. 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>. (Дата обращения: 08.03.2019)

19. Kuppusamy, P. Smart Home Automation using Sensors and Internet of Things [Text] / Dr. P. Kuppusamy IT Research Lab, Department of Computer

Science & Engineering, Gnanamani College of Technology, Namakkal, India, 8, August 2016. – PP. 2644-2645 [Электронный ресурс]. – URL: https://www.researchgate.net/publication/309855780_Smart_Home_Automation_Using_IoT (Дата обращения: 08.03.2019)

20. Kumar A., Tiwari N., 2015, “Energy Efficient Smart Home Automation System”, International Journal of Scientific Engineering and Research (IJSER), Vol. 3 Issue 1 - PP. 2347-3878.

21. Budijono S., Andrianto J., Axis Novradin M. Design and implementation of modular home security system with short messaging system [Text] / EPJ Web of Conferences. — 2014, Vol. 68. doi: 10.1051/epjconf/20146800025.

22. HC-SR04 User Guide [Электронный ресурс]: документация. – URL: http://www.mpja.com/download/hc-sr04_ultra.modguide.pdf (Дата обращения: 08.03.2019)

```

typedef struct{
    static const int STUPEN_1 = 0; // Порты атмега, к которым подключены
    светодиоды.
    static const int STUPEN_2 = 1;
    static const int STUPEN_3 = 2;
    static const int STUPEN_4 = 3;
    static const int STUPEN_5 = 8;
    static const int STUPEN_6 = 9;
    static const int STUPEN_7 = 10;
    static const int STUPEN_8 = 11;
    static const int STUPEN_9 = 12;
    static const int STUPEN_10 = 13;
    static const int STUPEN_11 = 14;
    static const int STUPEN_12 = 15;
    static const int STUPEN_13 = 16;
    static const int STUPEN_14 = 17;
} LESTNICA;
typedef struct{
    const uint8_t TRIG;
    const uint8_t ECHO;
} DATCHIK;
static const LESTNICA * lest = NULL;
const DATCHIK levo = {4, 5};
const DATCHIK pravo = {6, 7};
int old_state, mode, mil;
int state_count = 0;
/*
 * Функция первичной установки.
 */
void setup(){
    pinMode(levo.TRIG, OUTPUT); // Датчик 1 пролёта - TRIG
    pinMode(levo.ECHO, INPUT); // Датчик 1 пролёта - ECHO
    pinMode(pravo.TRIG, OUTPUT); // Датчик 2 пролёта - TRIG
    pinMode(pravo.ECHO, INPUT); // Датчик 2 пролёта - ECHO
    pinMode(18, INPUT); // Кнопка смены режима работы. 27p
    mode = 0;
}
/*
 * Цикличная функция программы.
 */
void loop(){
    int state = digitalRead(18);

```

```

if (old_state != state) {
  if (state == LOW) {
    state_count++;
  }else if (mode != 1) {
    mode = 1;
    digitalWrite(0, LOW);
    delay(500);
    digitalWrite(0, HIGH);
  }
  old_state = state;
}
if ( state_count % 2 == 0 && mode != 2) {
  state_count = 0;
  mode = 2;
  digitalWrite(9, LOW);
  delay(500);
  digitalWrite(9, HIGH);
}
if (mode == 2) {
  if ( ( millis() - mil) > 1000){
    mil = millis();
    int value = analogRead(5);
    set_leds_brightness(value/4);
  }
}
else if (mode == 1) {
  get_distance();
  delay(60);
  get_distance2();
}
}

```

```

void set_leds_brightness(int brightness)
{
  analogWrite(0, brightness);
  analogWrite(1, brightness);
  analogWrite(2, brightness);
  analogWrite(3, brightness);
  analogWrite(8, brightness);
  analogWrite(9, brightness);
  analogWrite(10, brightness);
  analogWrite(11, brightness);
  analogWrite(12, brightness);
  analogWrite(13, brightness);
}

```

```

analogWrite(14, brightness);
  analogWrite(15, brightness);
  analogWrite(16, brightness);
  analogWrite(17, brightness);
}
/*
* Функция получения дистанции от объекта до датчика.
* Данная функция выполняет необходимые действия с датчиком,
* и обрабатывает полученные данные, вычисляя по формуле расстояние до
объекта.
* Параметры:
* @trig_pin - Указывает ножку датчика, отвечающую за отправку
ультразвука.
* @echo_pin - Указывает ножку датчика, отвечающую за обработку
полученного сигнала.
* Возвращаемый результат:
* 64-разрядное целое число со знаком.
*/
long get_distance()
{
  digitalWrite(levo.TRIG, LOW); // Деактивируем излучатель сигнала.
  delayMicroseconds(2); // ждём 2 микросекунды.
  digitalWrite(levo.TRIG, HIGH); // Активируем излучатель сигнала.
  delayMicroseconds(10); // ждём 10 микросекунды.
  digitalWrite(levo.TRIG, LOW); // Деактивируем излучатель сигнала.
  int duration = pulseIn(levo.ECHO, HIGH); // Ждём когда будет получен ответ
от датчика с микросекундах.
  int distantion = duration / 29 / 2;
  check_led_levo(lest->STUPEN_1, 38, distantion);
  check_led_levo(lest->STUPEN_2, 34, distantion);
  check_led_levo(lest->STUPEN_3, 32, distantion);
  check_led_levo(lest->STUPEN_4, 28, distantion);
  check_led_levo(lest->STUPEN_5, 24, distantion);
  check_led_levo(lest->STUPEN_6, 20, distantion);
  check_led_levo(lest->STUPEN_7, 2, distantion);
}

long get_distance2()
{
  digitalWrite(pravo.TRIG, LOW); // Деактивируем излучатель сигнала.
  delayMicroseconds(2); // ждём 2 микросекунды.
  digitalWrite(pravo.TRIG, HIGH); // Активируем излучатель сигнала.
  delayMicroseconds(10); // ждём 10 микросекунды.
  digitalWrite(pravo.TRIG, LOW); // Деактивируем излучатель сигнала.

```

```

int duration = pulseIn(pravo.ECHO, HIGH); // Ждём когда будет получит
ответ от датчика с микросекундах.
int distantion = duration / 29 / 2;
check_led_pravo(lest->STUPEN_8, 3, distantion);
check_led_pravo(lest->STUPEN_9, 13, distantion);
check_led_pravo(lest->STUPEN_10, 16, distantion);
check_led_pravo(lest->STUPEN_11, 19, distantion);
check_led_pravo(lest->STUPEN_12, 23, distantion);
check_led_pravo(lest->STUPEN_13, 26, distantion);
check_led_pravo(lest->STUPEN_14, 30, distantion);
}

/*
* Функция активации/деактивации светодиодов слева.
* Параметры:
* @led - Указывает ножку, к которой подключен светодиод.
* @distantion - Задаёт значение в см. по которому выполняются условия
активации светодиода.
*           На каком расстоянии вкл/выкл светодиод.
* @current_distantion - Значения с левого датчика движения.
*/
void check_led_levo(int led, int distantion, int current_distantion){
  if (current_distantion <= distantion && current_distantion >= distantion-5-5){
    analogWrite(led, 0);
  }else{
    analogWrite(led, 255);
  }
}

/*
* Функция активации/деактивации светодиодов справа.
* Параметры:
* @led - Указывает ножку, к которой подключен светодиод.
* @distantion - Задаёт значение в см. по которому выполняются условия
активации светодиода.
*           На каком расстоянии вкл/выкл светодиод.
* @current_distantion - Значения с правого датчика движения.
*/
void check_led_pravo(int led, int distantion, int current_distantion){
  if (current_distantion >= distantion && current_distantion <= distantion+4+4){
    analogWrite(led, 0);
  }else{
    analogWrite(led, 255);
  }
}

```