

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования «Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники»

Факультет компьютерных систем и сетей  
Кафедра электронных вычислительных машин  
Дисциплина: Схемотехника

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
к курсовому проекту  
на тему

АДАПТИВНАЯ СИСТЕМА ОСВЕЩЕНИЯ  
БГУИР КП 1-40 02 01 307 ПЗ

Студент: гр. 050503 Григорик И. А.

Руководитель: ассистент каф. ЭВМ  
Жук Д.С.

Минск 2022

## Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	4
1.1 Системы уличного освещения .....	4
1.2 Фоторезисторы и фотодиоды.....	4
1.3 Реле .....	7
2 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ.....	8

## ВВЕДЕНИЕ

На данный момент во многих областях науки и техники происходят перемены благодаря развитию электроники. Сейчас невозможно представить какую-либо отрасль промышленности, экономики, производства, науки без наличия в ней электронных приборов. Тенденция развития электроники стремительно набирает обороты с каждым днем и непрерывно увеличивается. Технологии набирают обороты благодаря их возможностям, таких как: алгоритмизация, скорость, надёжность. Так же стоит учитывать, что техника, в отличие от человека, не имеет случайных факторов сбоя. Практически всё, что происходит с электронными устройствами, можно рассчитать. Благодаря этому автоматизация распространяется во все сферы нашей жизни. Именно поэтому схемотехника так важна на данный момент.

Данный курс представляет из себя преподавание базы схемотехники с целью дальнейшего развития. Курсовой проект же из себя представляет показ навыков, приобретённых за данный курс. Данный курсовой проект представляет собой устройство наподобие системы уличного освещения. Данное устройство будет распознавать уровень освещённости и в зависимости от него подавать сигнал на лампу, которая будет загораться. При этом устройство будет просто в проектировании и сборке, поэтому его сможет самостоятельно собрать, изменить или же дополнить любой начинающий или опытный радиолюбитель.

Данный курсовой проект будет изначально реализован на макетной плате, с целью ознакомления и расчёта схемы, поиска недостатков или внедрения полезных нововведений. Если при дальнейшем результате работы над курсовым проектом будет решено не вводить никаких изменений в схему, и считать её полностью готовой, то будет разведена специальная плата под данную схему.

В рамках данной курсовой работы необходимо ознакомиться с работой фоторезисторов и фотодиодов, резисторов переменного напряжения (подстроечных резисторов) а так же реле и светодиодов/ламп внутреннего накаливания. При окончании курсовой работы должно получиться полноценно функционирующее устройство адаптивного освещения.

# 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

## 1.1 Системы уличного освещения

Стоит начать пояснение с самых близких по функционалу устройств – систем уличного освещения. Данные системы представляют собой небольшие устройства, которые включают и выключают лампы в фонарях или по таймеру, или при достижении определённого уровня освещённости, который контролируется с помощью некоторого датчика (в нашем случае – фотодиода или фоторезистора). Примерная структурная схема системы уличного освещения представлена на рисунке 1.1.

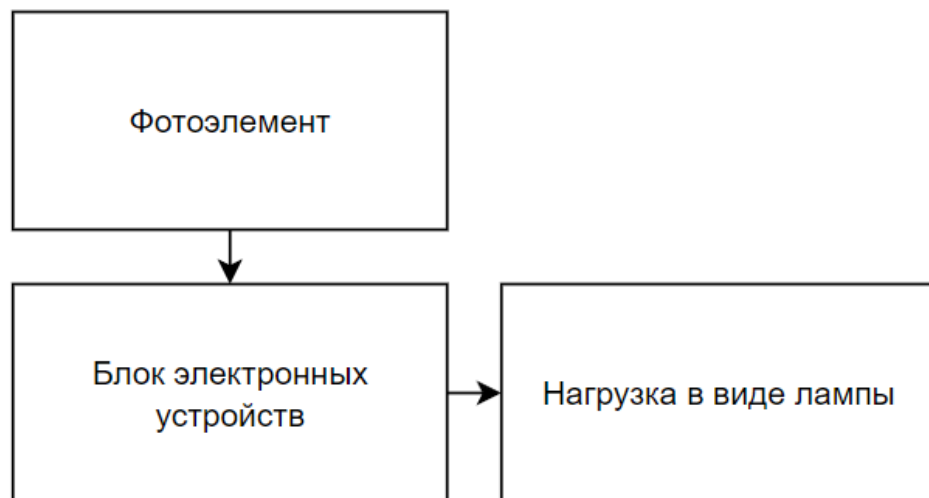


Рис. 1.1 – структурная схема системы уличного освещения.

Фотоэлементом может служить фоторезистор, фотодиод или, чаще, фотореле. Элемент отвечает за уровень освещённости улицы. В блоке электронных устройств могут находиться такие элементы, как реле времени, усилитель сигналов, ступени переключателя и т.д. Нагрузка может представляться не только лампой, а светодиодом или другим светоизлучающим компонентом.

Данная схема рассчитана на подключение к сети в 220V, что не подходит под тип моего курсового проекта, поэтому схема будет перепроектирована под сеть питания в 5V, что позволит намного упростить схему, позволив использовать низковольтные элементы без проектирования делителей и преобразователей напряжений.

## 1.2 Фоторезисторы и фотодиоды

Фоторезисторы – это полупроводниковые элементы, изменяющие величину своего сопротивления в зависимости от облучённости светом. Данный элемент не имеет р-п перехода, поэтому обладает одинаковой проводимостью независимо от направления тока. В основном фоторезисторы применяются для

индикации или отсутствия света, что может быть полезным в таких устройствах как: турникеты метро, проверка качества продукции (прорыв бумаги), в медицине и т.д.

Фоторезисторы делятся на следующие виды: с внутренним фотоэффектом, с внешним фотоэффектом. При изготовлении первых применяются нелегированные вещества, такие как германий и кремний. В результате фотоны действуют на электроны и заставляют их двигаться, чем уменьшают сопротивление. Фоторезисторы с внешним фотоэффектом изготавливают из смешанных материалов, в которые входят легирующие добавки. Легирующие добавки создают перенасыщенную электронами зону сверхвалентной зоны, поэтому нуждаются в небольшой энергии для осуществления перехода в проводимую зону.

Таким образом фоторезисторы в обоих случаях снижают сопротивление при попадании на них света. Стоит так же отметить, что зависимость от освещённости близка к линейной, но всё же логарифмическая. Пример приведён на рисунке 1.2:

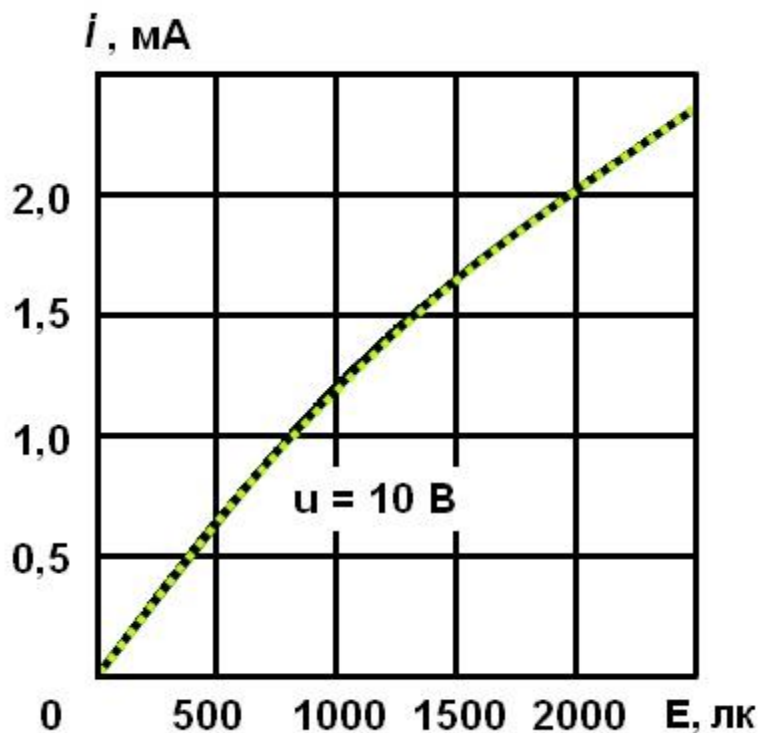


Рис. 1.2 – Люкс-амперная характеристика фоторезистора.

Так же стоит отметить, что длина волны так же оказывает влияние на чувствительность фоторезистора. Если длина волны выходит за пределы диапазона работы – то освещённость уже не оказывает влияния на резистор.

Фоторезисторы, в отличие от фотодиодов и фототранзисторов, фоторезистор обладает меньшей чувствительностью, благодаря отсутствию полупроводникового перехода. Но фотодиоды обладают не только своими преимуществами, но и абсолютно другими функциями.

Фотодиоды – это полупроводниковый элемент, по своим характеристикам сходный диоду. Его обратный ток прямо зависит от интенсивности светового потока, падающего на него. Все фотодиоды состоят примерно из следующих частей:

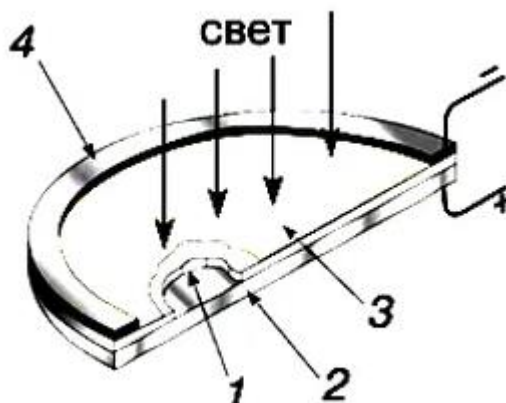


Рис. 1.3 – Устройство фотодиода.

1. Полупроводниковый переход
2. Положительный полюс
3. Светочувствительный элемент
4. Отрицательный полюс

При воздействии света, фотоны поглощаются с энергией, превышающей предельную величину, поэтому в n-области образуются пары носителей заряда - фотоносители.

Фотоносители в виде дырок осуществляют положительный заряд области «р» по отношению к области «n». В свою очередь электроны производят обратный заряд области «n», относительно области «р». Возникшая разность потенциалов называется фотоэлектродвижущей силой, и обозначается как « $E_{\text{ф}}$ ». Электрический ток же, возникающий в фотодиоде является обратным, и направлен от катода к аноду. Его величина напрямую зависит от освещённости.

В связи с этим у фотодиода образуются два режима работы: 1) режим фотогенератора, 2) режим фотопреобразователя. В работе первого фотодиоды используются вместо источников питания, который преобразует солнечный свет в электрическую энергию. Они являются основными частями солнечных

батарей. Во втором режиме фотодиод подключается в схему с обратной полярностью, при этом применяются обратные графики вольтамперной характеристики при различных освещённостях.

### 1.3 Реле

Реле – одно из наиболее используемых устройств, применяемых для автоматизации процессов. Является своеобразным автоматическим переключателем, который соединяет и разъединяет цепь при достижении необходимого значения или под воздействием внешнего. Реле обычно включается в схему тремя контактами: на основной вход подают нагрузку, первый выход является нагрузочным, второй – выходом в ноль.

По назначению реле бывают: 1) управления, 2) защиты, 3) сигнализации. Первое – простое реле, которое монтируется непосредственно в цепь с ролью включения или выключения определённых элементов. Реле защиты выполняют функции включения, отключения и защиты устройств, имеющих термические контакты. Реле сигнализации устанавливают в охранных системах.

По типу поступающего параметра: 1) реле тока, 2) напряжения, 3) частоты, 4) и другие.

- Реле тока, соответственно, реагирует на перепады тока и при необходимости отключают отдельную нагрузку или всю цепь.
- Реле напряжения реагирует на величину напряжения и включаются через трансформаторы напряжения. Используются для контроля фаз
- Реле частоты служат для контроля частоты переменного тока, в трёхфазных цепях.

Принцип работы реле основан на основе электромагнитных сил, возникающих в сердечнике при прохождении тока по виткам его катушки, вследствие чего контакты замыкаются и становятся проводником. Внутреннее устройство реле приведено на рисунке 1.4

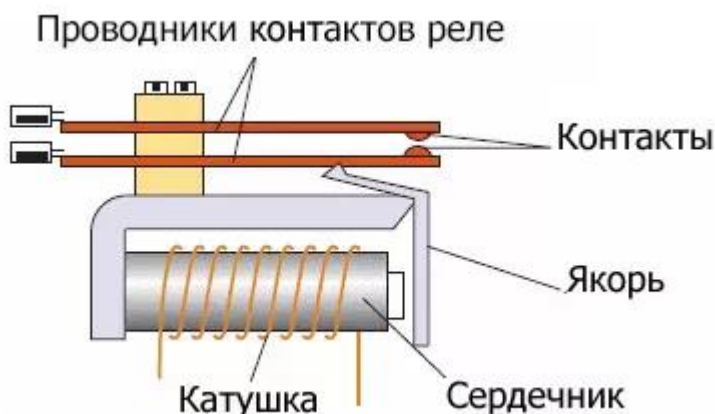


Рис. 1.4 – Внутреннее устройство реле.

В данной схеме понадобится реле тока, для разъединения цепи при большой освещённости и, работе устройства в режиме уличного освещения.

## 2 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ

Данный раздел пояснительной записки является основным разделом, дающим ключ к пониманию работы проектируемого устройства и исчерпывающую информацию об обработке цифровых и аналоговых сигналов согласно назначению устройства.

### 2.1 Датчик освещённости

Один из самых примитивных датчиков света является фоторезистор, который был рассмотрен в предыдущем разделе. Условно-графическое обозначение фоторезистора предоставлено на рисунке 2.1.

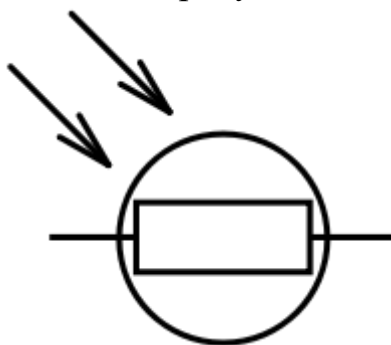


Рис. 2.1 – УГО фоторезистора.

Данный элемент напрямую зависит от уровня света, соответственно нужно рассчитать, при какой освещённости и на сколько элемент будет повышать/понижать сопротивление. Данная схема будет строиться на широко применяемом фоторезисторе MLG 4458. Стоит учесть его сопротивление в темноте, при освещении сумерек или ночи и дневном освещении света. Всё это описано таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Технические характеристики MLG 4458.

Характеристика	Значение
Максимальная подача напряжения, В	150
Рассеиваемая мощность, мВт	100
Диапазон рабочей температуры, °С	-30 ~ +70
Сопротивление при освещённости в 100 лк, кОм	20-35
Сопротивление при освещённости в 10 лк, кОм	100-200
Сопротивление в полной темноте (0 лк), мОм	20
Максимальная длина волны, нм	560