



**Некоммерческое  
акционерное  
общество**

**АЛМАТИНСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ  
ЭНЕРГЕТИКИ И  
СВЯЗИ ИМЕНИ  
ГУМАРБЕКА  
ДАУКЕЕВА**

Кафедра «Электроники и  
робототехники»

## **PLC-ТЕХНОЛОГИИ В ПРИБОРОСТРОЕНИИ**

Методические указания к выполнению лабораторных работ для магистрантов  
образовательной программы 6М071600 – «Приборостроение»

Алматы 2022

СОСТАВИТЕЛИ: Байкенов Б.С., Аязбай А.Е. PLC-технологии в приборостроении. Методические указания к выполнению лабораторных работ для магистрантов ОП 6М071600 – «Приборостроение». – Алматы: АУЭС, 2021. – 27 с.

Методические указания посвящены изучению создания канала передачи информации по низковольтным сетям электропроводки на базе микроконтроллера KQ-330F , являющийся основным элементом бытовых ИОТ (умный дом, пожарно-охранных систем сигнализации) и промышленных систем ИОТ (диспетчерское управление и контроль параметров технологического процесса или SCADA-систем, систем доступа в компьютерные сети с широкополосным и высокоскоростным интернетом).

Изложение материала сопровождается примерами по разработке различных микропроцессорных устройств, приборов и систем на базе микроконтроллера ATmega328. Для каждого проекта приведен перечень необходимых компонентов, монтажная схема и листинг программ на языке C++.

Методические указания составлены в целях закрепления лекционного материала и предназначены для магистрантов специальности 6М071600 – «Приборостроение».

Ил. – 20, библиогр. – 7.

Рецензент: к.т.н., доцент, зав. каф. «Электротехника» Мусапирова Г.Д.

Печатается по плану издания некоммерческого акционерного общества «Алматинский университет энергетики и связи имени Гумарбека Даукеева» на 2022 г.

## Введение

Методические указания посвящены созданию и моделированию микропроцессорных приборов и систем в программной среде Proteus с каналом передачи информации по низковольтным сетям электропроводки на базе микроконтроллера KQ-330F, являющегося основным элементом каналообразующей аппаратуры в проектах автоматизации и робототехники.

Описаны технические возможности адаптера KQ-330F, особенности подключения и взаимодействия с платой Ардуино UNO.

Методические указания составлены для приобретения практических навыков и компетенций по проектированию и созданию реальных цифровых устройств и систем.

### **Лабораторная работа № 1. Разработка системы управления по каналам электропроводки**

Цель работы: изучение схемотехники модуля KQ-330F модулятора и методов его подключения к обычным системам управления на базе Ардуино.

#### **1.1 Краткие сведения**

Рассмотрим систему передачи сообщений по каналам электропроводки с выводом информации на экран LCD.

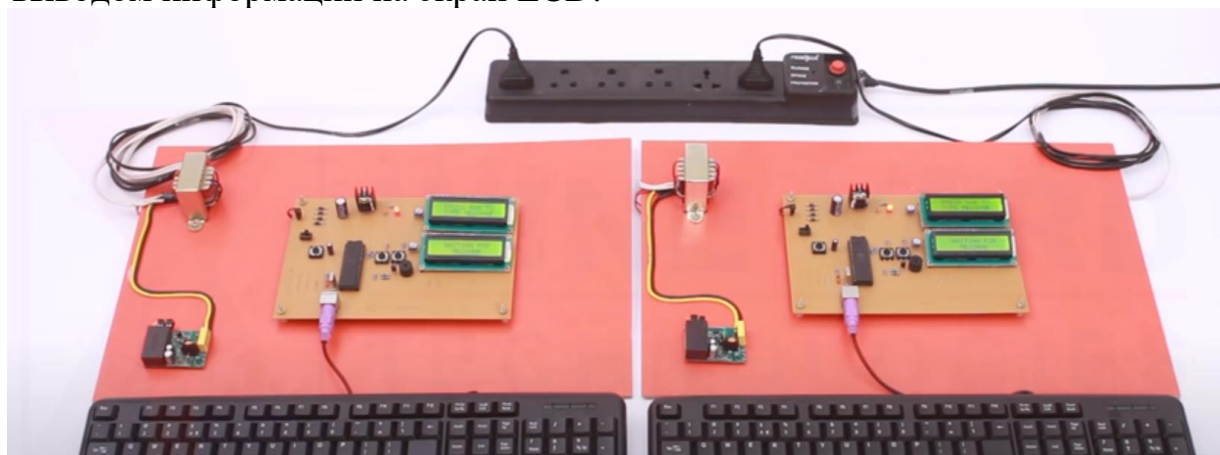


Рисунок 1.1 – Внешний вид системы передачи сообщений по электропроводке



Рисунок 1.2 – Вид PLC-адаптера на базе KQ-330F

## 1.2 Порядок выполнения работы

1.2.1 Разработать схему управления включением освещения по электропроводке.

По аналогии схемы рисунка 1.1 привести схему включения на Ардуино. Модель схемы включения разработать в Протеусе: передатчик – кнопка и Ардуино; канал UART; приемник – реле, светодиод, Ардуино.

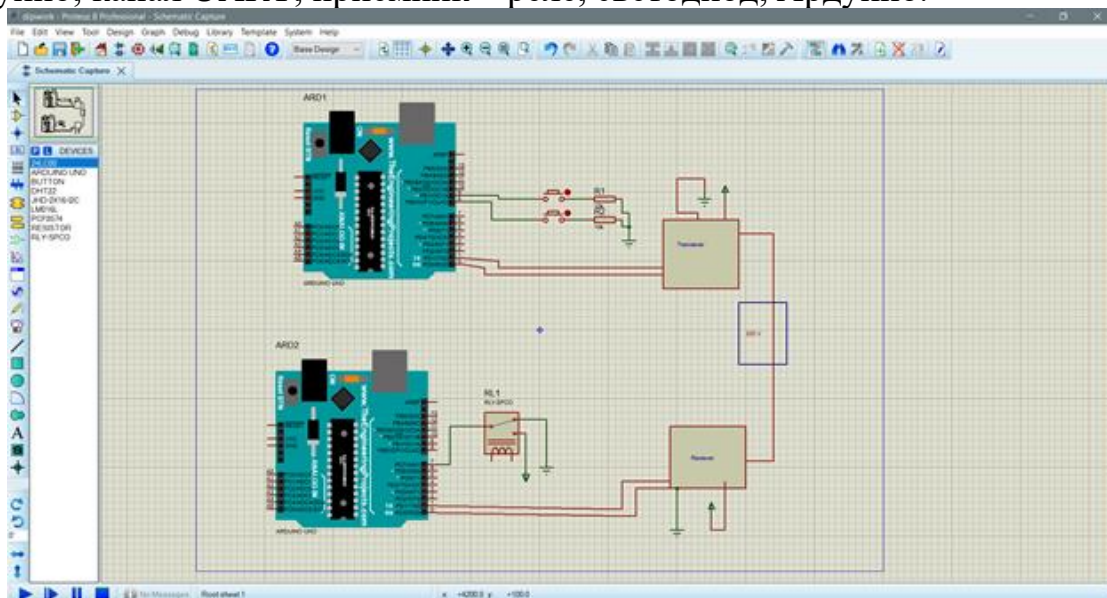


Рисунок 1.3 – Функциональная схема канала передачи PLC

1.2.2. Привести принципиальную схему микроконтроллера KQ-330 и схему PLC-адаптера для подключения к сети.

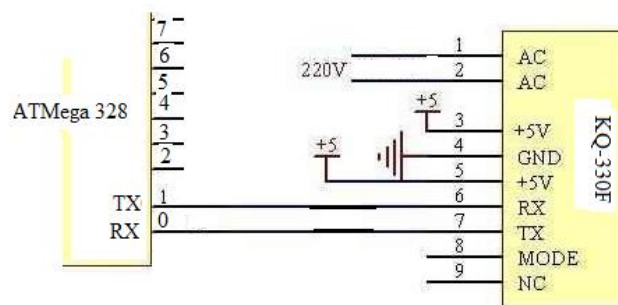


Рисунок 1.4 – Схема подключения модулятора KQ-330F к микроконтроллеру ATmega328

### 1.3 Содержание отчета

- цель работы;
- структурная схема дистанционного управления включением системы вентиляции по электроводке;
- модель в Протеусе без адаптера по каналам UART или SPI;
- принципиальная схема модулятора KQ-330 и схема подключения к сети;
- выводы.

### 1.4 Контрольные вопросы

- 1.4.1 Как выглядит структура приемопередатчика PLC?
- 1.4.2 Какой формат передаваемых данных модуля KQ-330F?
- 1.4.3 Какой максимальный объем буфера передачи?
- 1.4.4 Какая скорость передачи модуля KQ-330F?
- 1.4.5 Какая длительность передачи байта данных?

## Лабораторная работа № 2. Разработка PLC управления реле

Цель работы: изучение характеристик и функциональных возможностей модуля KQ-330F модулятора в качестве каналобразующего устройства в системах управления на базе Ардуино.

### 2.1 Краткие сведения

Модуль KQ130F является интерфейсом с высоковольтным каналом, передает данные со скоростью 9600 бит/с, формат стартового бита, 8 бит данных, 1 стоповый бит.

Модуль использует прозрачный режим (высокий уровень) с помощью контакта MODE модуля управления или пользовательский режим работы (низкий уровень).



Рисунок 2.1 – Внешний вид модуля модулятора KQ-330F

Нет необходимости инициализировать программирование модуля. Однако поскольку большая нагрузка линии электропередачи, генерируемые электрические гармоники неизбежно будут связаны с линией электропередачи. Этот модуль является высокочувствительным несущим модулем; когда несущий модуль находится в состоянии приема, линия электропередачи будет покрыта генерируемыми электрическими гармониками, тогда модуль будет демодулировать данные, выводимые из шума терминала TX. Следовательно, передача и прием данных должны быть введены в преамбулу, чтобы различать реальную передачу данных.

Примечание: буфер передачи в модуле больше не принимает новые данные, заполнен до 253 байта, т. е. передаваемые байты должны быть меньше 253 байтов. Пользовательские данные непрерывно отправляются модулем **KQ130F**; если время паузы превышает время, когда модуль завершил отправку всех данных (буфер пуст, последний байт был полностью отправлен), то в модуль-приемника могут быть вставлены данные.

При пользовательском режиме (MODE = 0) передача данных асинхронного формата (один стартовый бит, 8 бит данных, 1 стоп-бита) занимает около 0,09 сек.

В этом режиме работы задаваемый пользователем протокол передачи заключается следующим образом:

- первый байт: количество байтов, которые должны быть переданы в 0-250 (исключая первый байт);
- второй байт до n + 1 байт: байтовые данные пользователя для передачи.

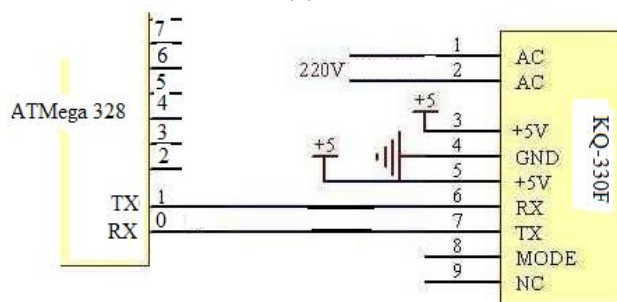


Рисунок 2.2 – Схема подключения модулятора KQ-330F к микроконтроллеру ATmega328

## 2.2 Порядок выполнения работы

2.2.1 Вставить схему подключения модуля KQ-330F (рисунок 2.2) в функциональную схему управления реле по электропроводке в Протеусе.

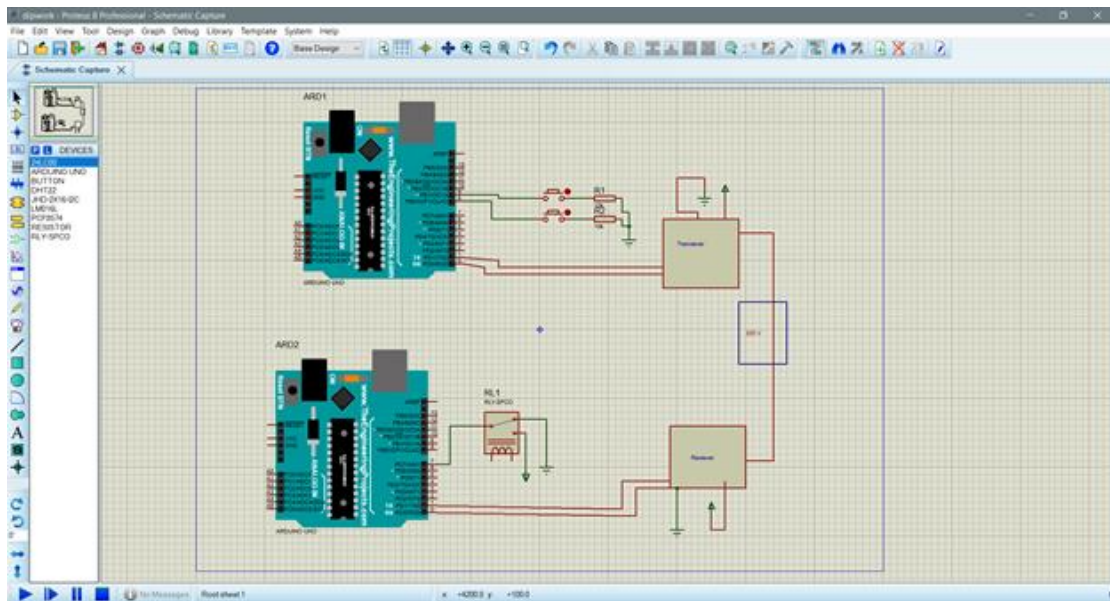


Рисунок 2.3 – Функциональная схема канала передачи PLC

2.2.2. Прочитать листинги кода передачи и приема Ардуино и разработать блок-схемы программ.

### Листинг 1. Код передатчика

```
// Sketch transceiver
#include <Wire.h> // i2C Connection Library

int bton = 8;
int btoff = 9;
int btonx = 0;
int btoffx = 0;
int ax;
int data1 = 1;
int data2 = 2;

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

  pinMode(bton,INPUT_PULLUP);
  pinMode(btoff,INPUT_PULLUP);
```

```

}

void loop() {
  btonx = digitalRead(bton);
  btoffx = digitalRead(btoff);

  if(btonx == 0){
    ax = 1;
  }

  if(btoffx == 0){
    ax = 2;
  }
  if(ax == 1){
    Serial.println(data1);
  }
  if(ax == 2){
    Serial.println(data2);
  }
  delay(100);
}

```

## **Листинг 2. Код приемника**

```

// Sketch reciever
int value1;
int relay = 7;

void setup() {
  pinMode(relay,OUTPUT);
  digitalWrite(relay,HIGH);
  Serial.begin(9600); // opens serial port, sets data rate to 9600 bps
}

void loop() {
  if(Serial.available()>0)
  {
    value1 = Serial.parseInt();
  }
  if(value1 == 1){
    digitalWrite(relay,LOW);
  }
  if(value1 == 2){
    digitalWrite(relay,HIGH);
  }
  Serial.println(value1);
}

```



```
delay(10);  
}  
}
```

### **2.3 Содержание отчета**

- цель работы;
- принципиальная схема модулятора KQ-330 и схема подключения к ATmega328;
- принципиальная схема PLC управления реле по электропроводке;
- блок-схемы кода передачи и приема команд;
- выводы.

### **2.4 Контрольные вопросы**

2.4.1 Какой основной недостаток частотно-разделенного мультиплексирования (FDM - Frequency-Division Multiplexing)?

2.4.2 Как называется метод модуляции, при котором центры поднесущих частот размещены так, что пик каждого последующего сигнала совпадает с нулевым значением предыдущих?

2.4.3 Что претерпевают поднесущие частоты перед тем, как будут объединены в один сигнал?

2.4.4 Нужен ли трансформатор для подключения модуля к силовой сети 220В?

2.4.5 К какому модулю ардуино подключается модулятор KQ-330?

### **Лабораторная работа № 3. Измерение температуры и сброс на LCD**

Цель работы: изучение характеристик и функциональных возможностей модуля KQ-330F модулятора в качестве каналообразующего устройства в домашних системах управления на базе Ардуино.

#### **3.1 Краткие сведения**

Модуль KQ130F является интерфейсом с высоковольтным каналом, передает данные со скоростью 9600 бит/с, формат стартового бита, 8 бит данных, 1 стоповый бит.

Модуль использует прозрачный режим (высокий уровень) с помощью контакта MODE модуля управления или пользовательский режим работы (низкий уровень).



Рисунок 3.1 – Внешний вид модуля модулятора KQ-330F

Нет необходимости инициализировать программирование модуля. Однако поскольку большая нагрузка линии электропередачи, генерируемые электрические гармоники неизбежно будут связаны с линией электропередачи. Этот модуль является высокочувствительным несущим модулем; когда несущий модуль находится в состоянии приема, линия электропередачи будет покрыта генерируемыми электрическими гармониками, тогда модуль будет демодулировать данные, выводимые из шума терминала TX. Следовательно, передача и прием данных должны быть введены в преамбулу, чтобы различать реальную передачу данных.

Примечание: буфер передачи в модуле больше не принимает новые данные, заполнен до 253 байта, т. е. передаваемые байты должны быть меньше 253 байтов. Пользовательские данные непрерывно отправляются модулем **KQ130F**, если время паузы превышает время, когда модуль завершил отправку всех данных (буфер пуст, последний байт был полностью отправлен), то в модуль приемника могут быть вставлены данные.

При пользовательском режиме (MODE = 0) передача данных асинхронного формата (один стартовый бит, 8 бит данных, 1 стоп-бита) занимает около 0,09 сек.

В этом режиме работы задаваемый пользователем протокол передачи заключается следующим образом:

- первый байт: количество байтов, которые должны быть переданы в 0–250 (исключая первый байт);
- второй байт до n + 1 байт: байтовые данные пользователя для передачи.

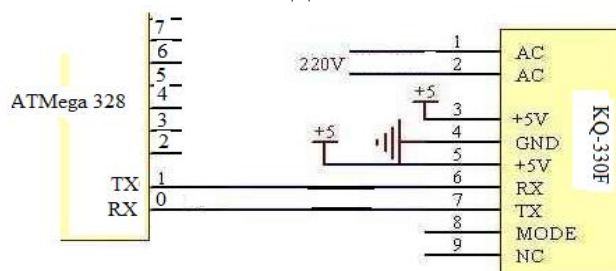


Рисунок 3.2 – Схема подключения модулятора KQ-330F к микроконтроллеру ATmega328

## Датчик температуры и влажности DHT22

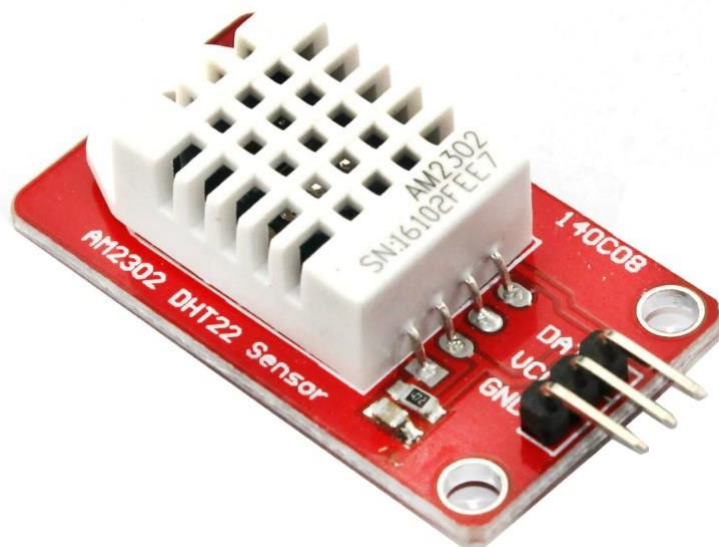


Рисунок 3.3 – Внешний вид датчика DHT22

DHT22 — довольно известные датчики для определения относительной влажности и температуры, состоят из емкостного датчика влажности и термистора. Также датчик содержит в себе АЦП для преобразования аналоговых значений влажности и температуры.

Эти цифровые датчики основаны на протоколе, который для связи использует один провод/шину с открытым коллектором, поэтому обязательна подтяжка резистором 5–10кОм к плюсу питания.

LCD 1602 I2C дисплей



Рисунок 3.4 – Внешний вид LCD 1602 I2C дисплея

LCD 1602 I2C дисплей – это жидкокристаллический, текстовый, двухстрочный, 16 знакомест в каждой строке, цифровой I2C-индикатор с подсветкой, представляющий из себя модуль Arduino. Каждое знакоместо имеет разрешение  $8 \times 5$  точек. Общее количество точек экрана – 1280 пикселей. Подсветка дисплея белая, светодиодная. Цвет жидких кристаллов тёмно-синий. Получается красивый белый текст на синем фоне. Дисплей

основан на контроллере HD44780 и предназначен для отображения любой текстовой информации, в совокупности с Ардуино или другим контроллерами. Благодаря дополнительно установленному I2C модулю расширения портов на микросхеме PCF85741 дисплей стало очень просто подключить к любому микроконтроллеру. Схему подключения смотрите на изображении выше.

### 3.2 Порядок выполнения работы

3.2.1 Вставить схему подключения модуля KQ-330F (рисунок 2.2) в функциональную схему считывания датчика влажности и температуры на LCD по электропроводке в Протеусе.

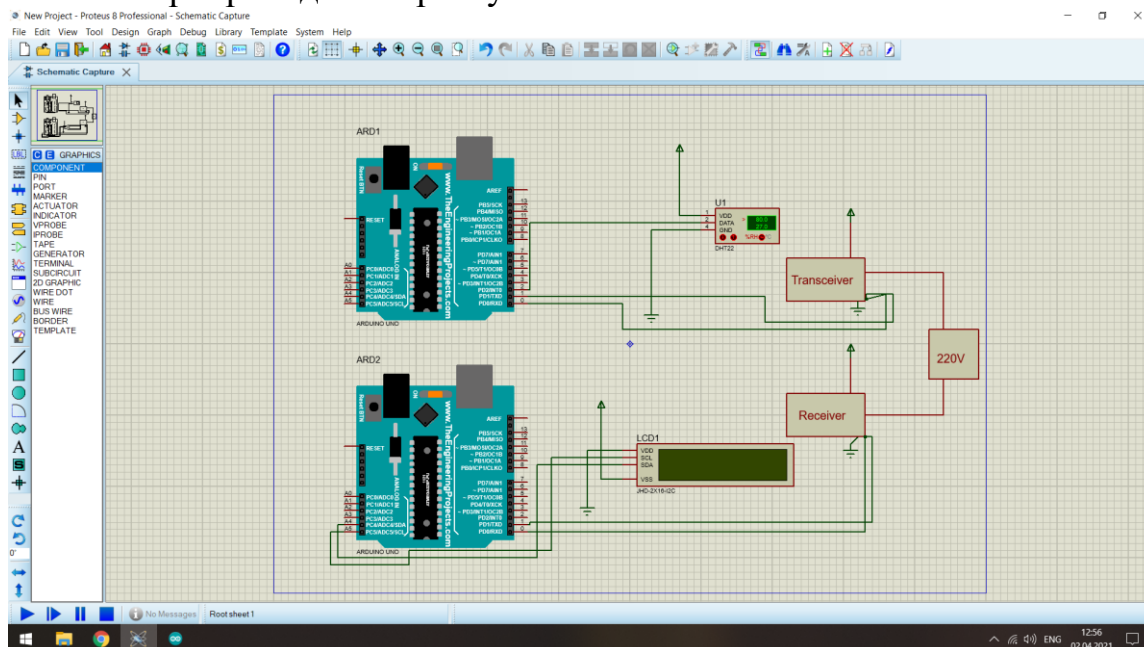


Рисунок 3.5 – Функциональная схема канала передачи PLC

3.2.2. Прочитать листинги кода передачи и приема Ардуино и разработать блок-схемы программ.

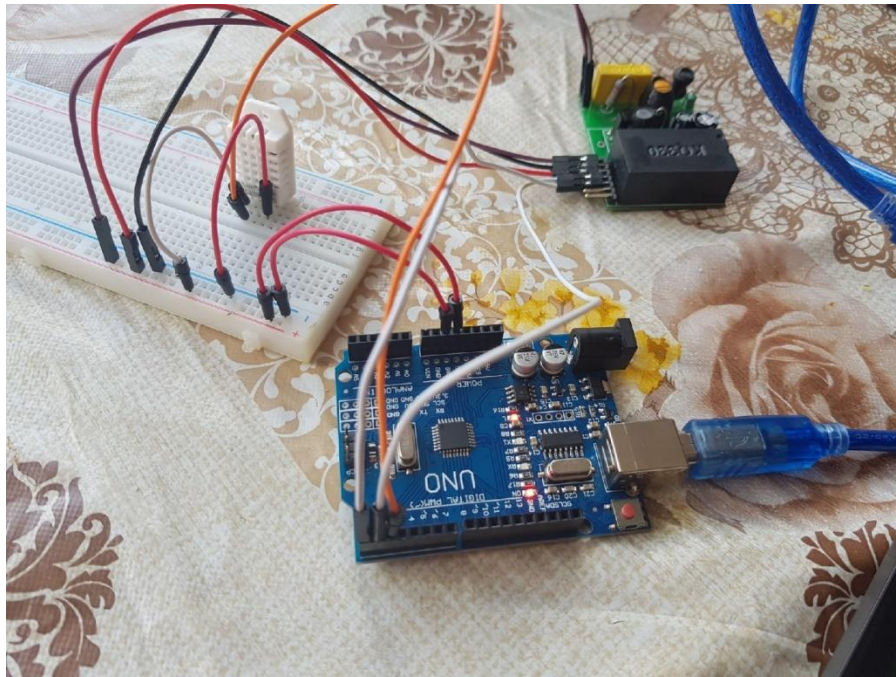


Рисунок 3.6 – Сборка передатчика

### Листинг 1. Код передатчика

```
#include <Adafruit_Sensor.h>
#include <DHT.h>
#define DHTPIN 2
DHT dht(DHTPIN, DHT22);
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  dht.begin();
}
void loop() {
  delay(2000);
  int h = dht.readHumidity();
  int t = dht.readTemperature();
}
Serial.print("Влажность: ");
Serial.print(h);
Serial.print(" %\t");
Serial.print("Температура: ");
Serial.print(t);
Serial.println(" *C ");
}
```

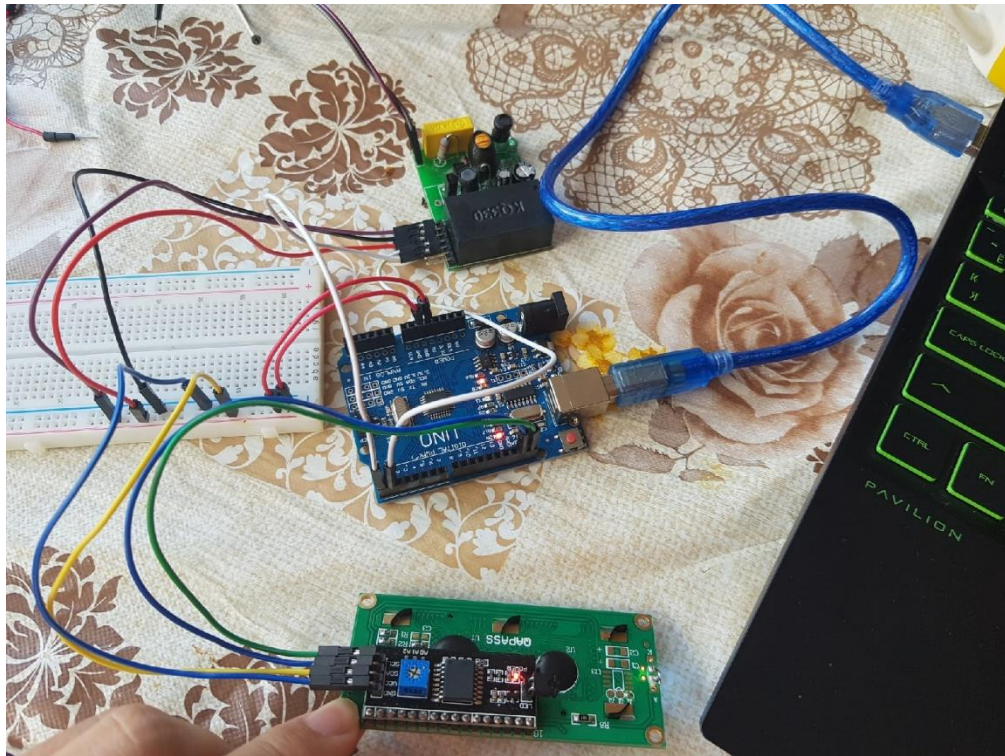


Рисунок 2.7 - Сборка приемника

## Листинг 2. Код приемника

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2);

void setup()
{
  lcd.init();
  Serial.begin(9600);
}
void loop() {
  if(Serial.available(>0)
  {
    int h = Serial.parseInt();
    int t = Serial.parseInt ();
    Serial.println(h);
    Serial.println(t);
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Temp: ");
    lcd.print(t); //
    lcd.print("C");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("Humidity: ");
```

```
lcd.print(h);  
lcd.print("%");  
delay (100);  
}  
}
```

### **3.3 Содержание отчета**

- цель работы;
- принципиальная схема модулятора KQ-330 и схема подключения к АТМega328;
- принципиальная схема PLC считывания датчика температуры и влажности с помощью дисплея по электропроводке;
- блок-схемы кода передачи и приема команд;
- выводы.

### **3.4 Контрольные вопросы**

3.4.1 Что означает "последняя миля" для технологии PLC?

3.4.2 Может ли PLC технология быть применена при построении систем удаленного видеомониторинга?

3.4. Что является основой технологии Powerline?

3.4.4 Какой стандарт PLC определяет высокоскоростной интернет-доступ?

3.4.5 Как называется метод, при котором высокоскоростной поток данных разбивается на несколько относительно низкоскоростных потоков?

### **Лабораторная работа №4. Моделирование генераторов на основе NE555**

Цель: ознакомиться с моделированием схемы таймера в различных режимах работы с помощью ISIS-редактора.

#### **4.1 Краткие сведения**

Таймерами называются устройства для точного задания временных интервалов. Таймеры могут быть аналоговыми и цифровыми. Первый интегральный таймер NE555 был разработан в 1972 г. фирмой Signetix (США). В настоящее время эта схема считается классической. Функциональная схема таймера NE555 (российский аналог – 1006ВИ1) приведена на рисунке 4.1.

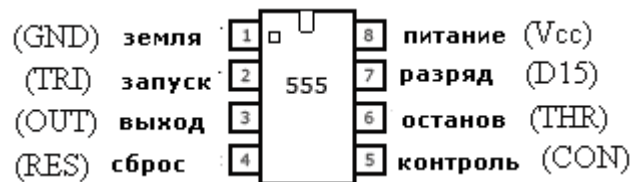


Рисунок 4.1 – Обозначения выводов (8-Pin) NE555

Схема таймера содержит 3 резистора по 5кОм, поэтому микросхема получила название NE555. Питание от 4,5 до 18 В. Таймер NE555 имеет три режима работы: ждущий, генераторный и триггерный.

#### 4.1.1 Ждущий режим

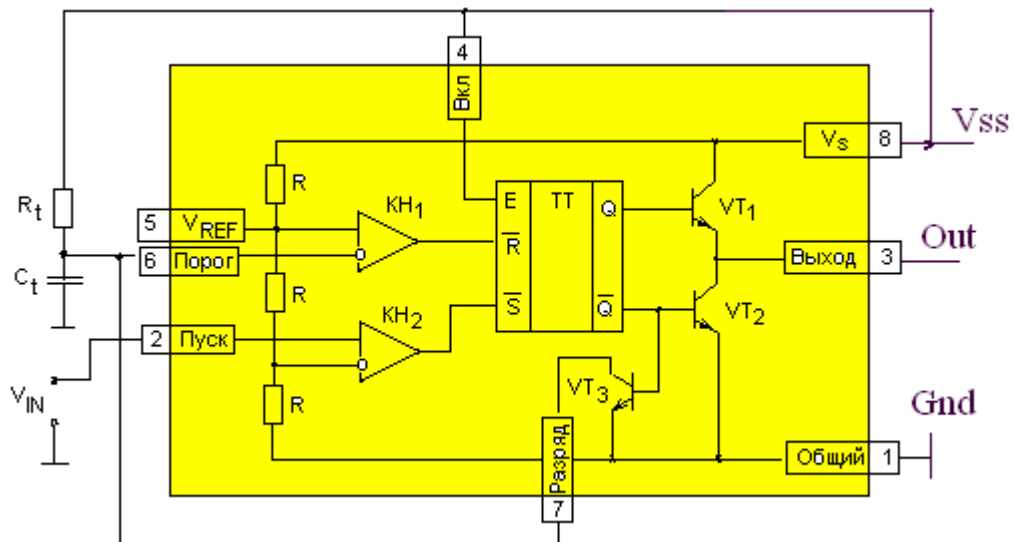


Рисунок 4.2 – Схема NE555 в ждущем режиме

В схему таймера входят два компаратора  $KN_1$ ,  $KN_2$  и RS-триггер, фиксирующий состояние выхода. Один из входов каждого компаратора подключен к делителю напряжения, образованному 3 резисторами  $R = 5 \text{ кОм}$  – отсюда и название NE555. Напряжения на плечах делителя составляют  $2V_s/3$  и  $V_s/3$  соответственно. Триггер управляет двухтактным симметричным выходным каскадом на транзисторах  $VT_1$ ,  $VT_2$ , обеспечивающим выходной ток до 200мА. Кроме того, инверсный выход триггера  $\bar{Q}$  управляет разрядным ключом на транзисторе  $VT_3$ . Триггер имеет вход разрешения  $E$  - 4Pin, при подаче на который сигнала низкого уровня на выходе таймера также устанавливается низкий уровень независимо от уровня сигнала на входе  $V_{IN}$ .

На неинвертирующий вход компаратора  $KN_1$  (5Pin), соединенный с верхней ступенью делителя, при необходимости может быть подано опорное напряжение от внешнего источника. Этот вывод на практике не используется, поэтому между этим выводом и землей включается конденсатор  $C = 0,1 \mu\text{Ф}$ , сглаживающий помехи, приходящие по цепи источника питания  $V_s$ .



В режиме ожидания входной сигнал  $V_{IN}$  на 2Pin «Пуск» имеет высокий уровень (больше, чем  $V_s/3$ ). При этом выходное напряжение компаратора соответствует лог. 1. Для инверсного входа  $\bar{S}$  триггера этот уровень является неактивным. Напряжение  $V_c$  на времязадающем конденсаторе  $C_t$  близко к нулю, и выходное напряжение компаратора КН<sub>1</sub>, приложенное к инверсному входу  $\bar{R}$  триггера, также имеет уровень лог. 1. Триггер находится в режиме хранения в состоянии  $Q = 0, \bar{Q} = 1$ . Транзистор  $VT_1$  закрыт, а  $VT_2$  – открыт. На выходе таймера – низкий уровень 0. Ключ  $VT_3$  замкнут и поддерживает конденсатор  $C_t$  в разряженном состоянии.

При отрицательном кратковременном перепаде входного сигнала  $V_{IN} < V_s/3$  (рисунок 4.3) на выходе компаратора КН<sub>2</sub> на время перепада установится логический ноль (активный уровень для  $\bar{S}$ -входа триггера) и триггер переключится в состояние  $Q = 1, \bar{Q} = 0$ .

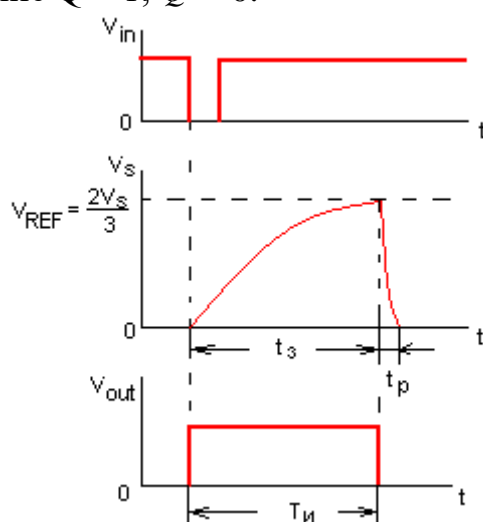


Рисунок 4.3 – Временные диаграммы работы ждущего мультивибратора на таймере

Ключ  $VT_3$  при этом размыкается, и конденсатор  $C_t$  начинает заряжаться через резистор  $R_t$  от источника питания  $V_s$ . Уравнение заряда конденсатора  $C_t$  имеет вид:

$$R_t C_t \frac{dV_c}{dt} + V_c = V_s. \quad (4.1)$$

Решение этого уравнения при нулевых начальных условиях:

$$V_c(t) = V_s \left( 1 - e^{-\frac{t}{R_t C_t}} \right).$$

Импульс заканчивается по достижении напряжения  $V_c$  величины опорного напряжения  $V_{REF}$ . При этом компаратор КН<sub>1</sub> переключится и переведет триггер в первоначальное состояние. Ключ  $VT_3$  замкнется и разрядит конденсатор  $C_t$ . Длительность импульса  $T_n$  на выходе определится из уравнения:

$$V_c(T_n) = V_s \left( 1 - e^{-\frac{T_n}{R_t C_t}} \right) = \frac{2V_s}{3}, \quad (4.2)$$

из которого следует, что:

$$T_{\bar{E}} = R_t C_t \ln 3 = 1,1 R_t C_t. \quad (4.3)$$

Если в течение этого времени на вход придет еще один запускающий импульс, то триггер останется в единичном состоянии, т. е. повторный запуск во время заряда  $t_3$  конденсатора  $C_t$  игнорируется. Разряд времязадающего конденсатора  $C_t$  происходит очень быстро, хотя и не мгновенно. Если следующий запускающий импульс придет во время разряда конденсатора  $t_p$ , то длительность импульса таймера сократится.

Время разряда  $t_p$  времязадающего конденсатора  $C_t$ , называемое временем релаксации, во всяком случае значительно меньше аналогичного времени ждущего мультивибратора на ОУ.

Принципиальная электрическая схема таймера NE555 в ждущем режиме имеет вид:

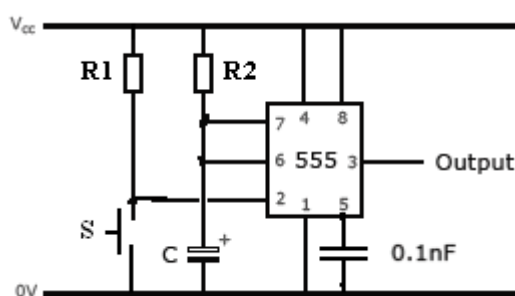


Рисунок 4.4 – Схема NE555 в ждущем режиме

#### 4.1.1.1 Задание

По величине  $R_2$  в заданных пределах по варианту (таблица 4.1), определить время задержки (замедления) или длительность выходного импульса  $T_{и}$  по формуле (4.3). Проверить расчетные данные на модели и сделать выводы об ее адекватности (точности).

Таблица 4.1 – Диапазон значений  $R_2$  при  $C=1\text{мкФ}$

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$R_2$ , МОм	0,5	0,8	1	1,2	1,5	1,8	2	2,2	2,5	3

#### 4.1.2 Генераторный режим

Схема простейшего мультивибратора с коэффициентом скважности  $0 < \gamma < 1$  приведена на рисунке 4.5.

Когда потенциал на конденсаторе  $C$  достигнет нижнего порога срабатывания таймера, на входе  $\bar{S}$  триггера установится низкий (активный) уровень. Триггер переключится в состояние лог. 1, и ключ  $VT_3$  разомкнётся. Начнется заряд конденсатора  $C$  через резистор  $R_1$  и открытый диод  $VD_1$ , а разряжается, как и в базовой схеме, через  $R_2$ . Напряжение на конденсаторе

достигнет верхнего порога срабатывания за время:

$$t_1 = R_1 C \ln 2 = 0,693 R_1 C. \quad (4.4)$$

При этом компаратор  $KH_1$  переключится, на входе  $\bar{R}$  триггера установится низкий (активный) уровень, триггер переключится в состояние  $Q=0$ ,  $\bar{Q}=1$ , и ключ  $VT_3$  откроется. Конденсатор будет разряжаться через резистор  $R_2$ , до тех пор, пока напряжение на нем не достигнет нижнего порога срабатывания таймера. Это произойдет за время:

$$t_2 = R_2 C \ln 2 = 0,693 R_2 C. \quad (4.5)$$

Затем все процессы будут повторяться. Частота выходного напряжения мультивибратора составит:

$$f = \frac{1}{t_1 + t_2} = \frac{1,44}{(R_1 + R_2)C}. \quad (4.6)$$

Чтобы уменьшить влияние диода  $VD_1$  на точность формирования временных интервалов, последовательно с резистором  $R_2$  включен диод  $VD_2$ . Относительная длительность или скважность импульсов схемы определится состоянием:

$$0 < \gamma = \frac{R_1}{R_1 + R_2} < 1. \quad (4.7)$$

Схема таймера в режиме МВ используется для питания светодиодных и импульсных ламп. Ниже приведена модель схемы мультивибратора, генерирующего импульсы с  $\gamma=0.5$ , называемые меандр.

В программе ISIS выбрать в компонентах таймер NE555, диоды 1N4003, конденсаторы типа CAP10, резисторы RES40, осциллограф и собрать схему (рисунок 4.5).

Выберем таймер NE555: нажатием на P открывается окно Pick Devices, выбираем категорию – Analog ICs и в поле результатов выделяем левой кнопкой 555 (справа появится условное обозначение DIL08 и размеры корпуса), нажимаем справа внизу ОК, закрывается окно, и на основном поле курсором в нужном месте устанавливаем микросхему.

Диод типа 1N4003: категория – Diodes, подкатегория – Rectifiers. Справа появится условное обозначение DD41 и размеры, нажимаем справа внизу ОК, закрывается окно и на основном поле курсором в нужном месте устанавливаем диод.

Конденсатор неэлектролитический типа CAP: категория – Capacitors, подкатегория – Generic. Справа появится условное обозначение CAP10 и размеры, нажимаем справа внизу ОК, закрывается окно, и на основном поле курсором устанавливаем конденсатор.

Резистор типа RES40: категория – Resistor, подкатегория – Generic. После установки на поле выделить курсором и нажать правую кнопку, в появившемся окне выделить строку Правка свойств, в окне которой выставить 1М и нажать ОК.

Осциллограф: справа нажимаем на пиктограмму «Визуальные инструменты», выделяем Oscilloscope и, передвигая курсором, устанавливаем

на поле нажатием левой кнопки. Навести курсор на осциллограф и щелчком правой кнопки мыши открыть окно Правка свойств с выпадающим меню, в котором поставить галочку в пункте Исключить из РСВ, затем ОК. При запуске программы появляется осциллограф. Если осциллограф не открывается, то нужно навести курсор на его схемное изображение и нажать на правую кнопку – в выпадающем меню нажать на Digital Oscilloscope.

Земля и + источника: нажимаем на правую пиктограмму «Terminals», нажимаем поочередно Ground и Power.

Внимательно соединяем каждое устройство в строгом соответствии с приведенной схемой (рисунок 4.5).

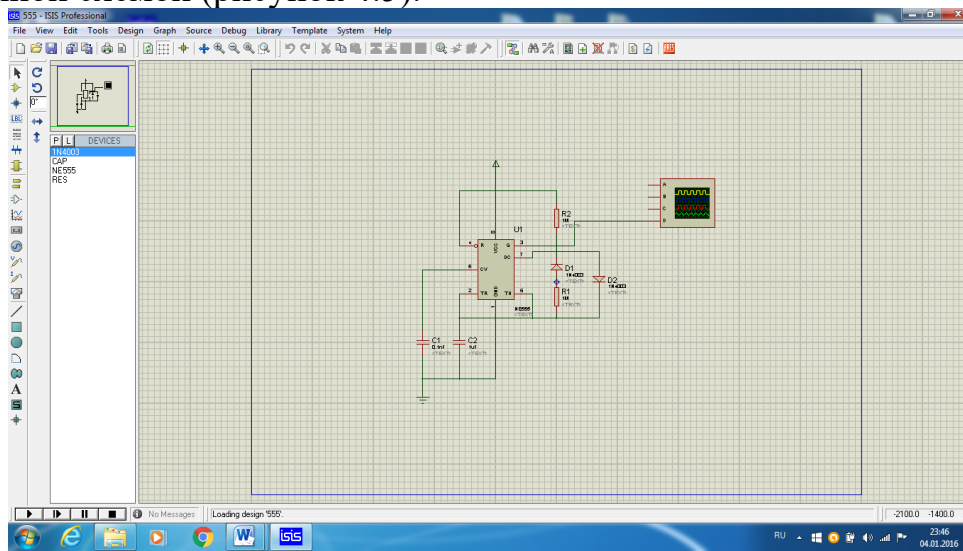


Рисунок 4.5 – Схема мультивибратора в ISIS

При запуске программы моделирования ISIS появляется окно экрана двухканального осциллографа (рисунок 4.6).

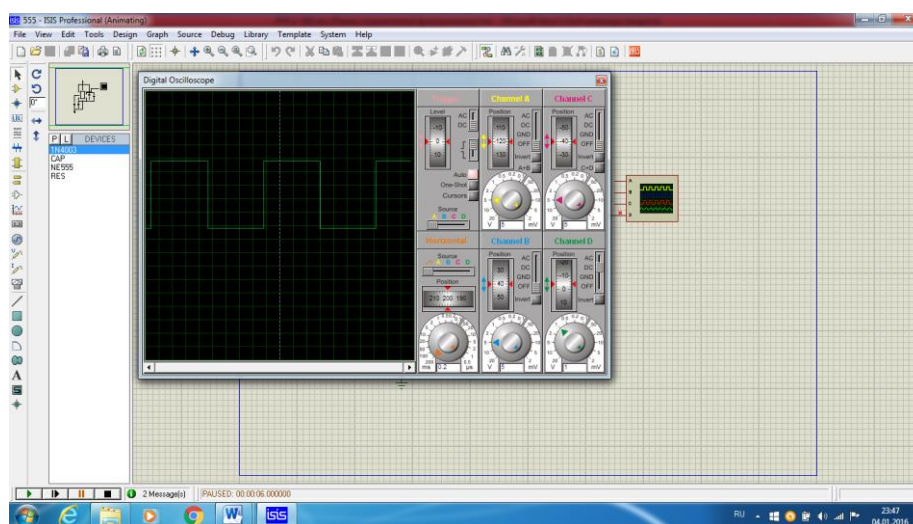


Рисунок 4.6 – Вид экрана осциллографа в режиме МВ

#### 4.1.2.1 Задание

По величине  $R_2$  в заданных пределах по варианту (таблица 4.2) и при  $R_1=1\text{МОм}$  определить длительность выходного импульса  $T_n$  по формуле (4.5), коэффициент скважности  $\gamma$  по (4.7) и частоту  $f$  по (4.6). Проверить расчетные данные на модели и сделать выводы об адекватности (точности).

Таблица 4.2 – Диапазон значений  $R_2$  при  $C=1\text{мкФ}$  и  $R_1=1\text{МОм}$

Вариант	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$R_2,$ МОм	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,5	2

### 4.3 Содержание отчета

- цель работы;
- задания (п. 4.2);
- модель схемы таймера в одном из 2-х режимов по варианту;
- выводы.

### 4.4 Контрольные вопросы

- 4.4.1 Почему таймер NE555 имеет в названии 555?
- 4.4.2 Какую функцию выполняют компараторы КН1 и КН2?
- 4.4.3 Что такое скважность импульсов генератора?
- 4.4.4 Какую функцию выполняет конденсатор  $C_1$ ?
- 4.4.5 Для чего предназначен транзистор VT3?

### Лабораторная работа № 5. Разработка схемы включения освещения по силовым цепям

Цель работы: моделирование устройства включения освещением по электропроводке в программной среде Протеус.

#### 5.1 Краткие сведения

Рассмотрим систему включения освещением без Ардуино.

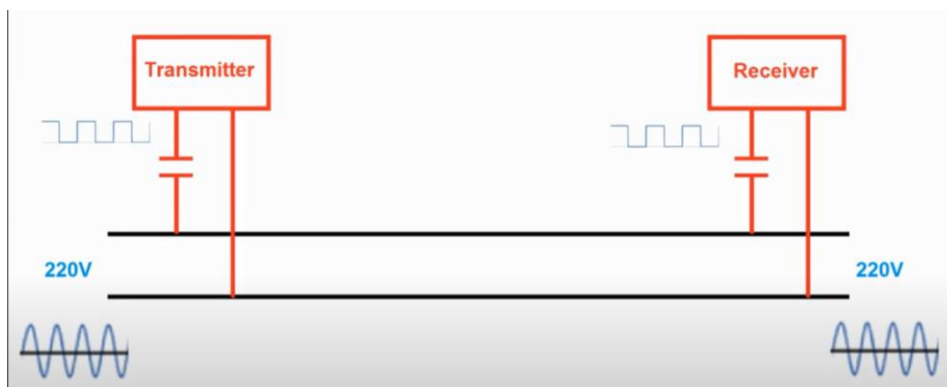


Рисунок 5.1 – Структурная схема управления по электропроводке

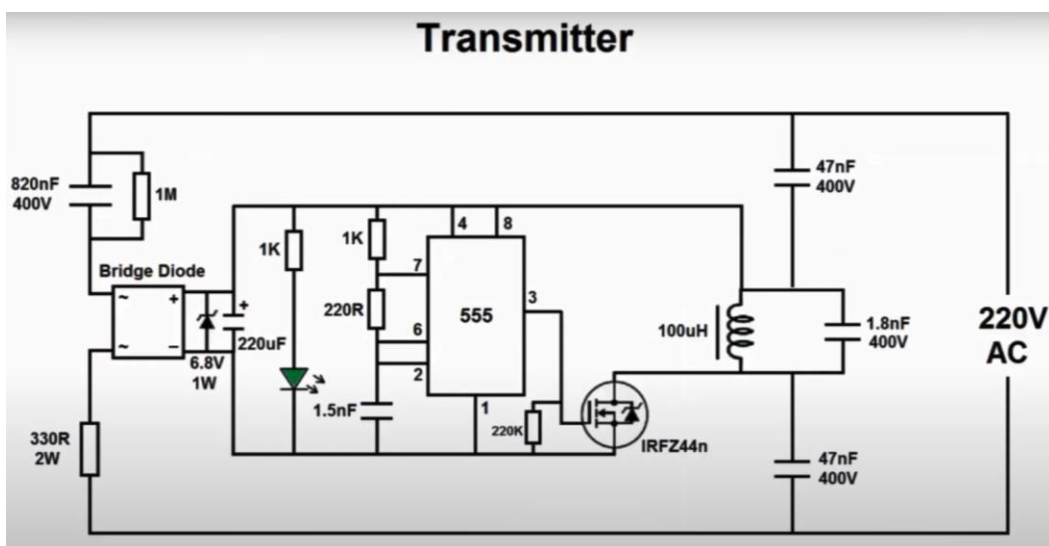


Рисунок 5.2 – Принципиальная схема передатчика

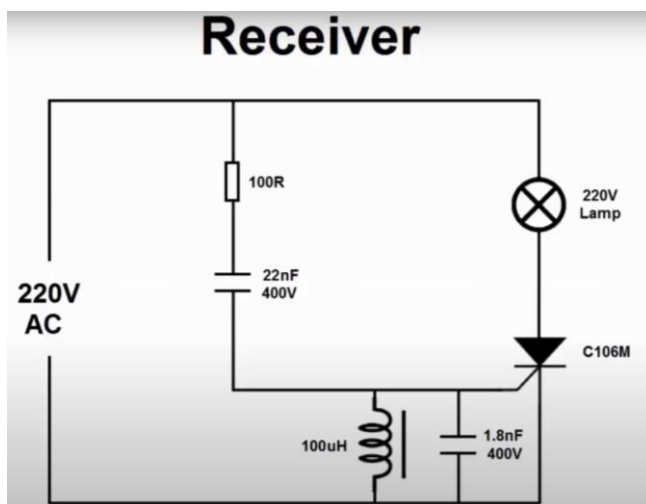


Рисунок 5.3 – Принципиальная схема приемника

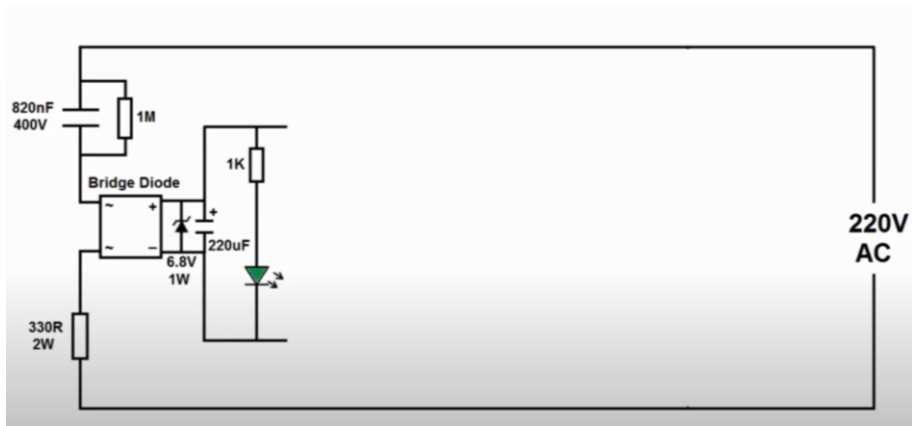


Рисунок 5.4 – Источник питания для аналогового таймера NE555

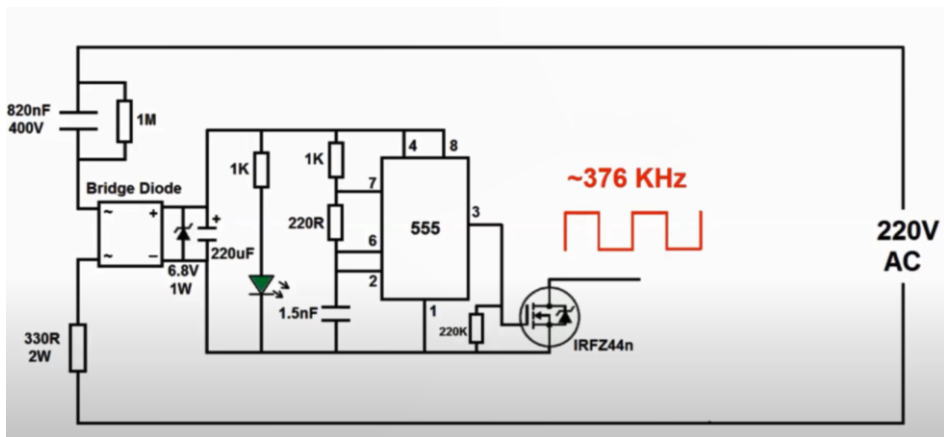


Рисунок 5.5 – Схема генератора прямоугольных импульсов 376 КГц на NE555

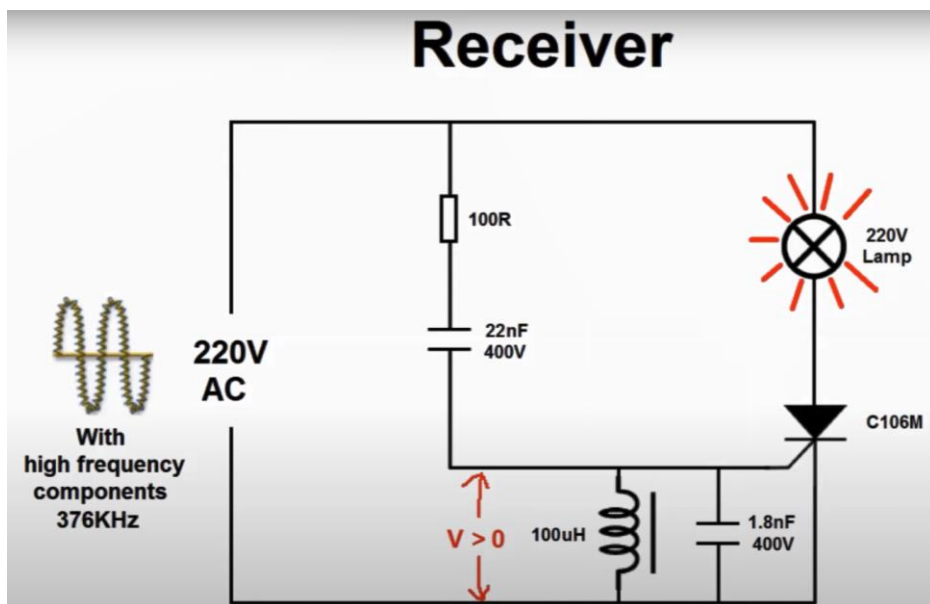


Рисунок 5.6 – Схема приемника промодулированного сигнала 376КГц

Емкость на 22 нФ 400В служит высокочастотным фильтром для цепи управления тиристора C106М.

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$f = 376 \text{ KHz}$   
 $L = 100 \text{ uH}$   
 $C = 1.8 \text{ nF}$




Рисунок 5.7 – Условие резонанса в цепи управления тиристора С106М приемника



Рисунок 5.8 – Внешний вид платы передатчика

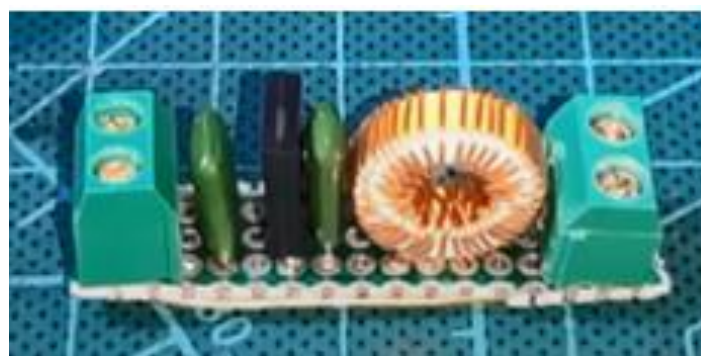


Рисунок 5.9 – Внешний вид платы приемника



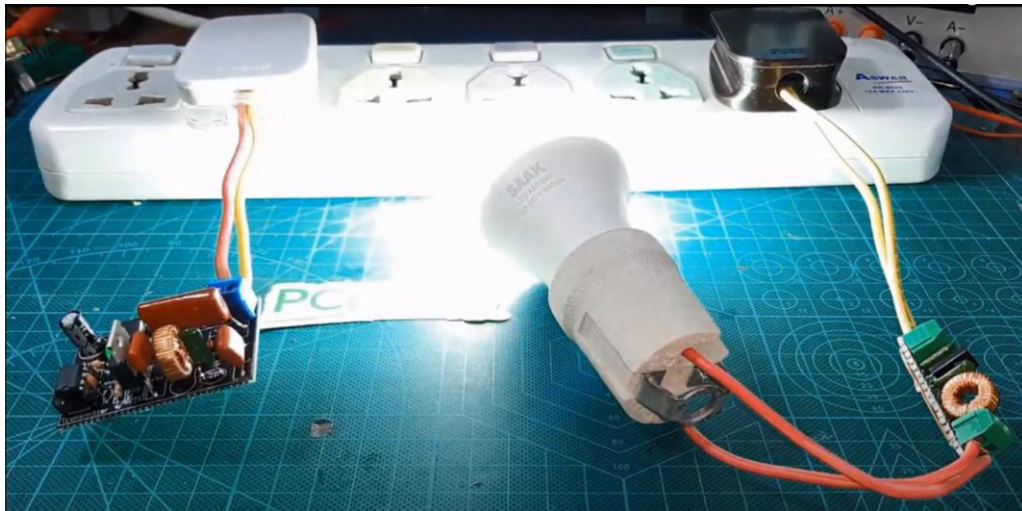


Рисунок 5.10 – Вид электронного выключателя освещения

## 5.2 Порядок выполнения работы

4.2.1 Разработать модель электронного выключателя освещения и фильтра приемника с лампой накаливания в Протеусе.

## 5.3 Содержание отчета

- цель работы;
- модель дистанционного включения лампы по электропроводке;
- диаграммы сигналов на выходе генератора и нагрузке;
- выводы.

## 5.4 Контрольные вопросы

- 5.4.1 Как работает схема дистанционного включения освещением?
- 5.4.2 Какое устройство является модулятором?
- 5.4.3 От чего зависит частота модуляции?
- 5.4.4 Какую функцию выполняет тиристор?
- 5.4.5 Какие недостатки присущи данной схеме?

## Список литературы

1. Соколов Ю.А. Построение систем управления на базе контроллеров Direct Logic. – М.: НТЦ ОАО «Электромеханика», 2019. – 82 с.

2. Морриси П. Реализация технологии VPL // Сети и системы связи. – 2015. – № 12. – С. 79–81.

3. Allen-Bradley. Программируемые контроллеры ControlNet PLC-5 – Руководство пользователя.

Интернет ресурсы:

4. [https://forte21.ru/fi/cat\\_rockwell/\\_88\\_1785-106-RU.pdf](https://forte21.ru/fi/cat_rockwell/_88_1785-106-RU.pdf)

5. <https://www.exponet.ru/exhibitions/online/rosgasexpo2001/miks.ru.html>

6. <https://www.ccorinex.com>

7. <http://www.bosfa.energoportal.ru/srubric16008-1.htm>

## Содержание

Введение.....	3
1 Лабораторная работа № 1 .....	3
2 Лабораторная работа № 2 .....	5
3 Лабораторная работа № 3 .....	9
4 Лабораторная работа № 4 .....	15
5 Лабораторная работа № 5 .....	21
Список литературы .....	26

Байкенов Бахытжан Сергеевич  
Аязбай Абу-Алим Ерикулы

## PLC-ТЕХНОЛОГИИ В ПРИБОРОСТРОЕНИИ

Методические указания к выполнению лабораторных работ для магистрантов  
образовательной программы 6М071600 – «Приборостроение»

Редактор:

Жанабаева Е.Б.

Специалист по стандартизации:

Ануарбек Ж.А.

Подписано в печать 2022

Тираж 50 экз.

Объем 2,0 уч.-изд. л.

Формат 60×84 1/16

Бумага типографская № 1

Заказ Цена 1000 тг

Копировально-множительное бюро  
некоммерческого акционерного общества  
«Алматинский университет энергетики и связи»  
050013 Алматы, Байтурсынова, 126/1