



БОЛЬШИЕ ВЫЗОВЫ

ВСЕРОССИЙСКИЙ КОНКУРС
НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ



Региональный трек
Всероссийского конкурса
научно-технологических проектов

«БОЛЬШИЕ ВЫЗОВЫ»

направление

Современная энергетика

название работы

Эксперимент по созданию оптимальных
условий для эффективного
использования реактивной мощности на
примере колебательной системы с
микроконтроллером

участник(и)

Беглов Алексей Игоревич

#большиевызовы
#МГК

mgk.olimpiada.ru

г. Москва
2021

Цель проекта: Создание экспериментальной колебательной установки с микроконтроллером, доказывающей возможность использования реактивной мощности

Задачи:

- 1) Изучить теоретический материал по темам «Колебательный контур», «Реактивная мощность»
- 2) Разработать устройство для компенсации реактивной энергии, основанное на использовании детектора нуля
- 3) Ознакомиться с принципом программирования на языке «С»
- 4) На основе полученной информации создать программный код для микроконтроллера
- 5) Подобрать опытным путем оптимальные составляющие для проведения эксперимента

Теоретическая часть

При активной нагрузке фаза напряжения совпадает с фазой тока, φ равен 0 (Гр. №1)

При емкостной или индуктивной нагрузке фаза тока не совпадает с фазой напряжения. Получается «сдвиг фаз»

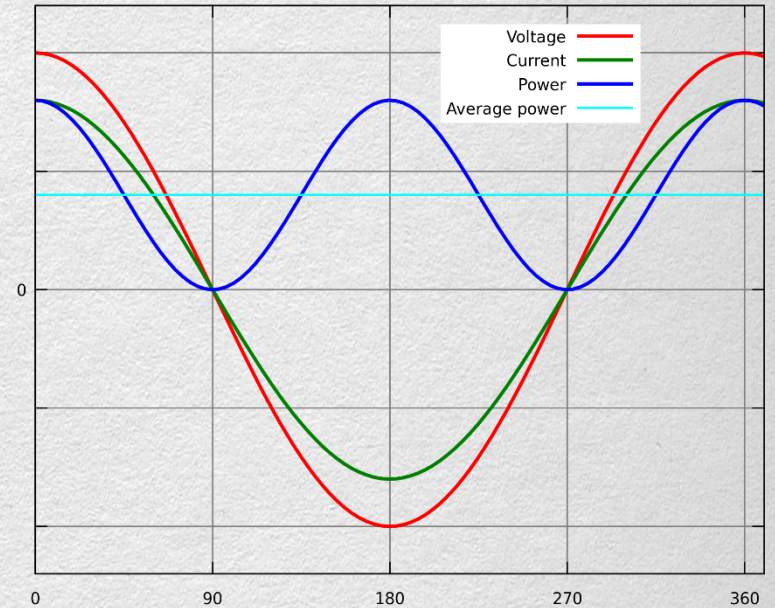
При индуктивной или активно-индуктивной нагрузке (с катушками: двигатели, дросселя, трансформаторы) фаза тока отстает от фазы напряжения

При емкостной нагрузке (конденсатор) фаза тока опережает фазу напряжения

$\cos \varphi$ - это косинус угла между фазой напряжения и фазой тока

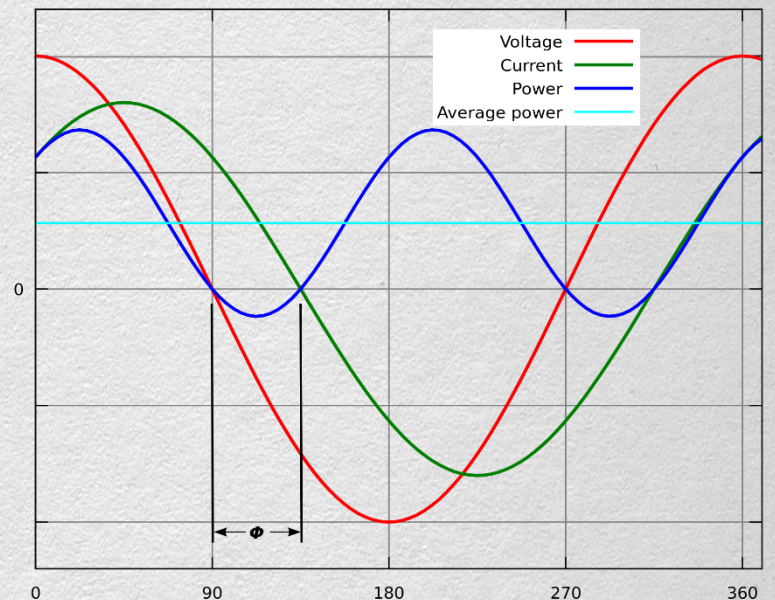
Чем меньше $\cos \varphi$, тем ниже качество потребления электроэнергии

График № 1



$$\varphi = 0^\circ$$
$$\cos \varphi = 1$$

График № 2



$$\varphi = 45^\circ$$
$$\cos \varphi = 0,71$$

Активная мощность

Активная мощность обозначается буквой [P] и измеряется в Ваттах – [Вт].

Величина активной мощности, потребляемой такими приборами вычисляется по формуле:

$$P = U * I$$

Для вычисления активной мощности в сетях с реактивной составляющей применяется формула:

$$P = U * I * \cos \varphi, \text{ где:}$$

$\cos \varphi$ — коэффициент мощности, показывающий, какую долю полной мощности составляет активная мощность.



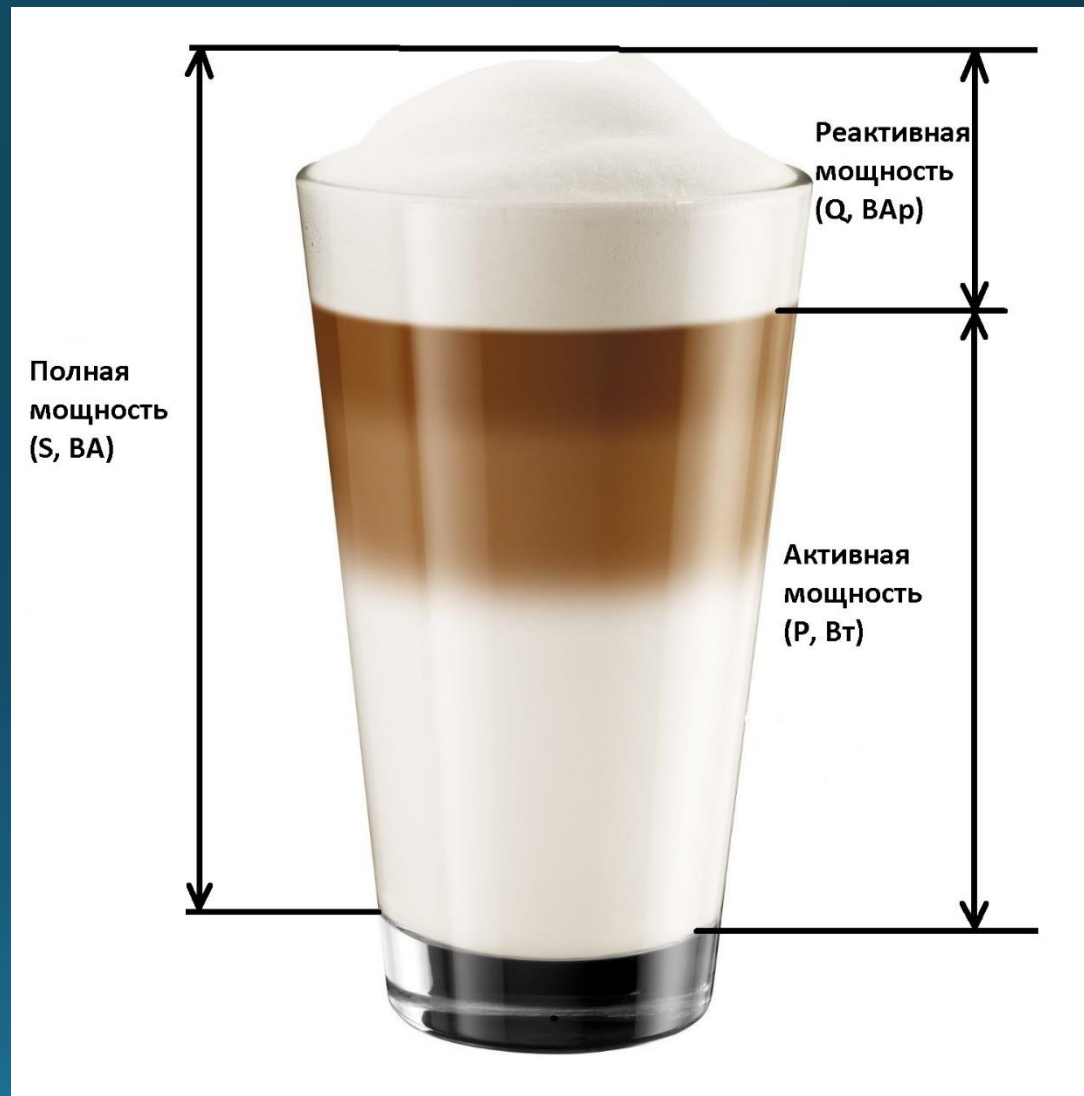
Реактивная мощность

Реактивная мощность обозначается буквой [Q] и измеряется в [ВАр] – вольт-амперах реактивных.

Для вычисления доли реактивной мощности в цепи применяется формула:

$$Q = U * I * \sin \varphi,$$

где: $\sin \varphi$ — коэффициент мощности, показывающий, какую долю полной мощности составляет реактивная мощность.



Информация по эксперименту

Компоненты:

1. Разделительный трансформатор (250 Вт)
2. Трансформатор ТС-180 (180 Вт)
3. Конденсаторы (2200 мкФ, 63 В, 2 шт.)
4. Светодиод
5. Выключатель
6. Резисторы (15 шт.)
7. Микроконтроллер ATtiny2313
8. Однотактное силовое реле
9. Реле (4 шт.)
10. Осциллограф
11. Шунты для осциллографа (5 А, 75 мВ, 2 шт.)
12. Макетные платы (3 шт.)
13. Блок питания 12 В
14. Две батарейки «Крона» (9 В)

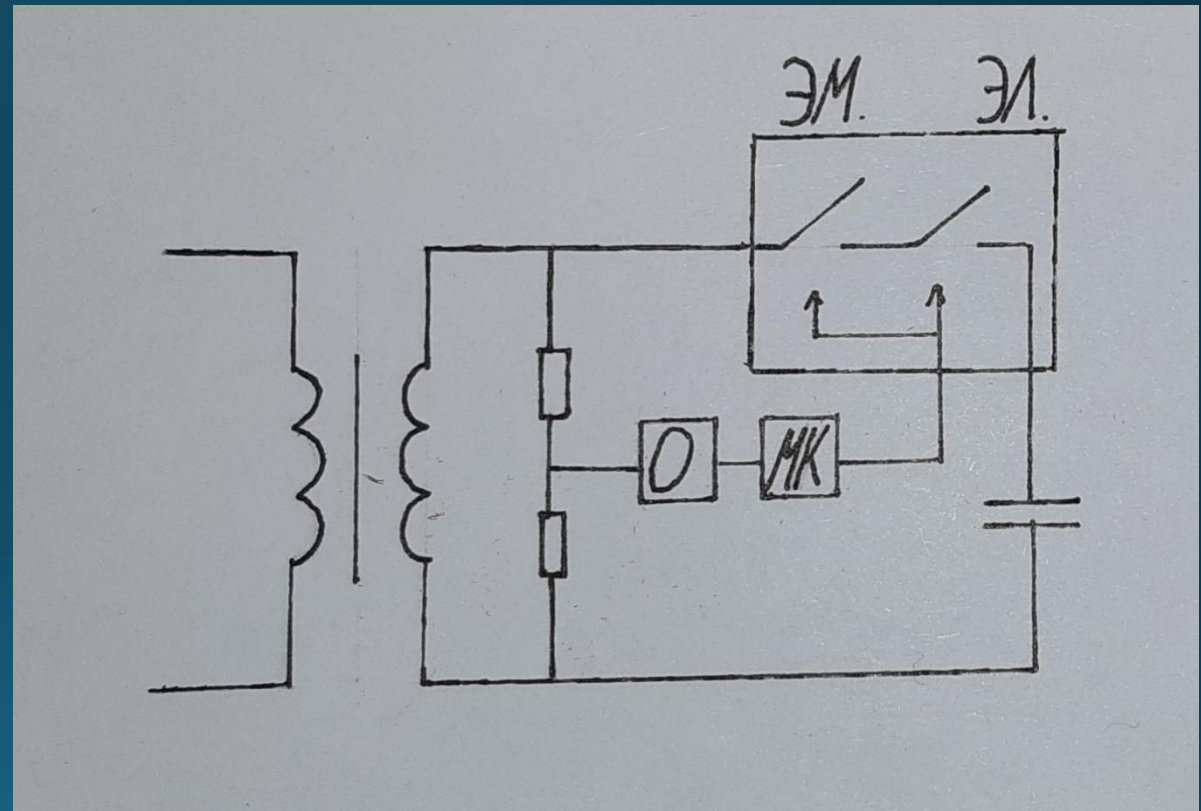
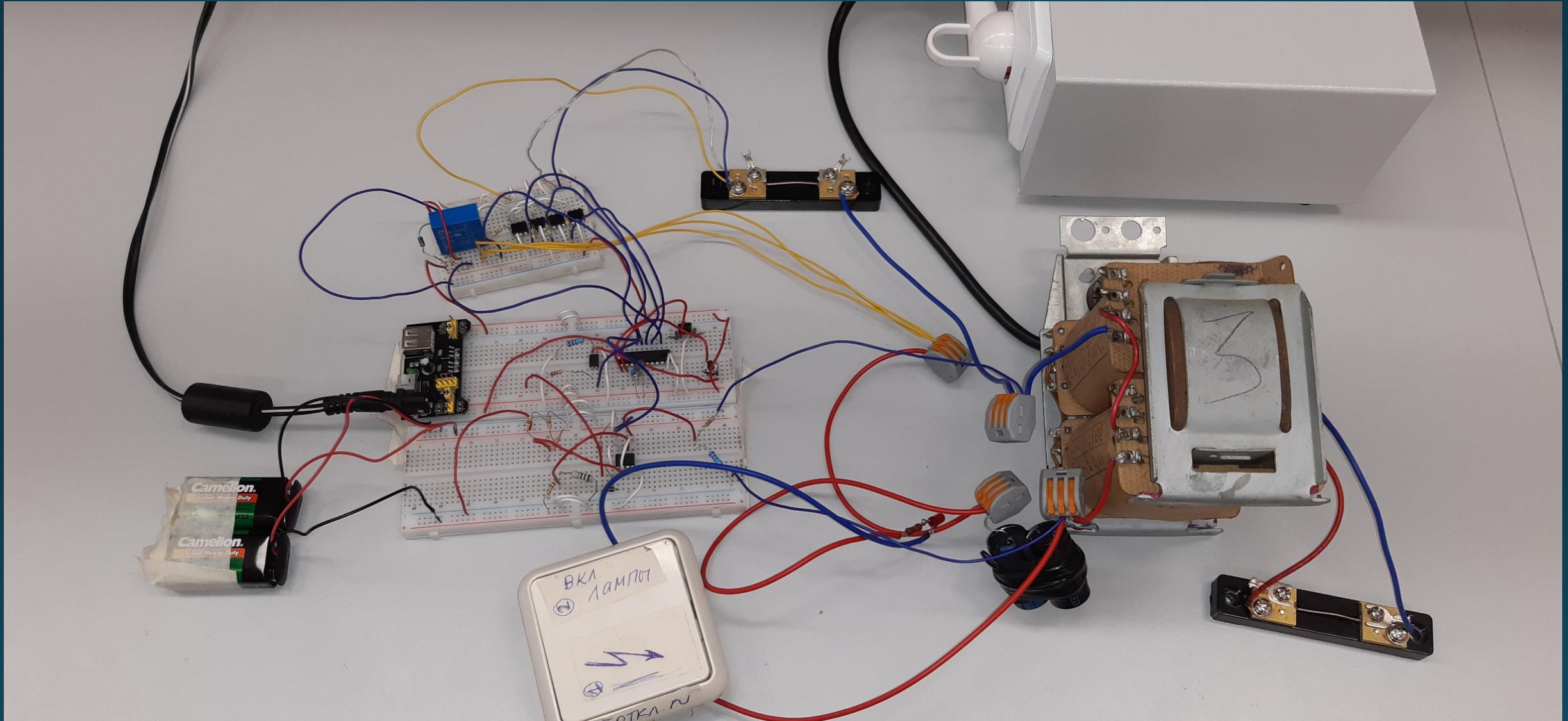


Схема опыта в упрощенном виде

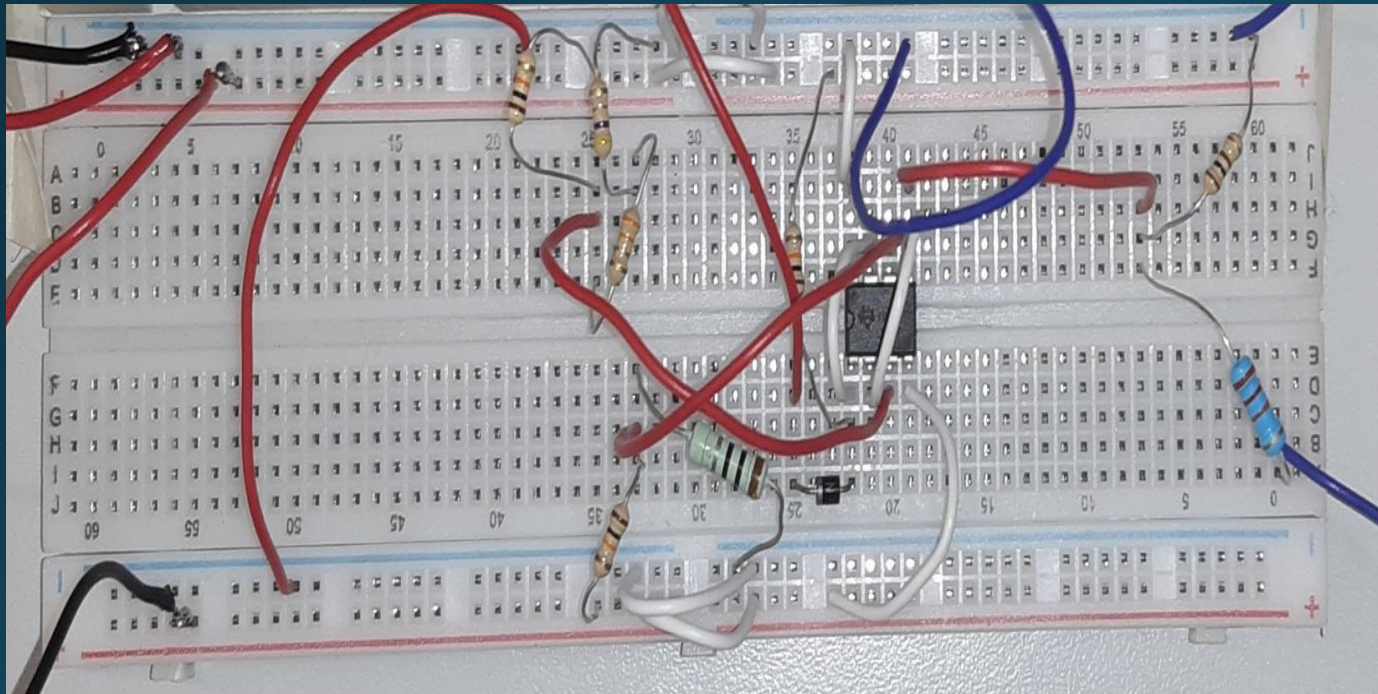
Эксперимент



Общий вид установки для эксперимента

Эксперимент

Детектор нуля



Макетная плата №1 с детектором нуля

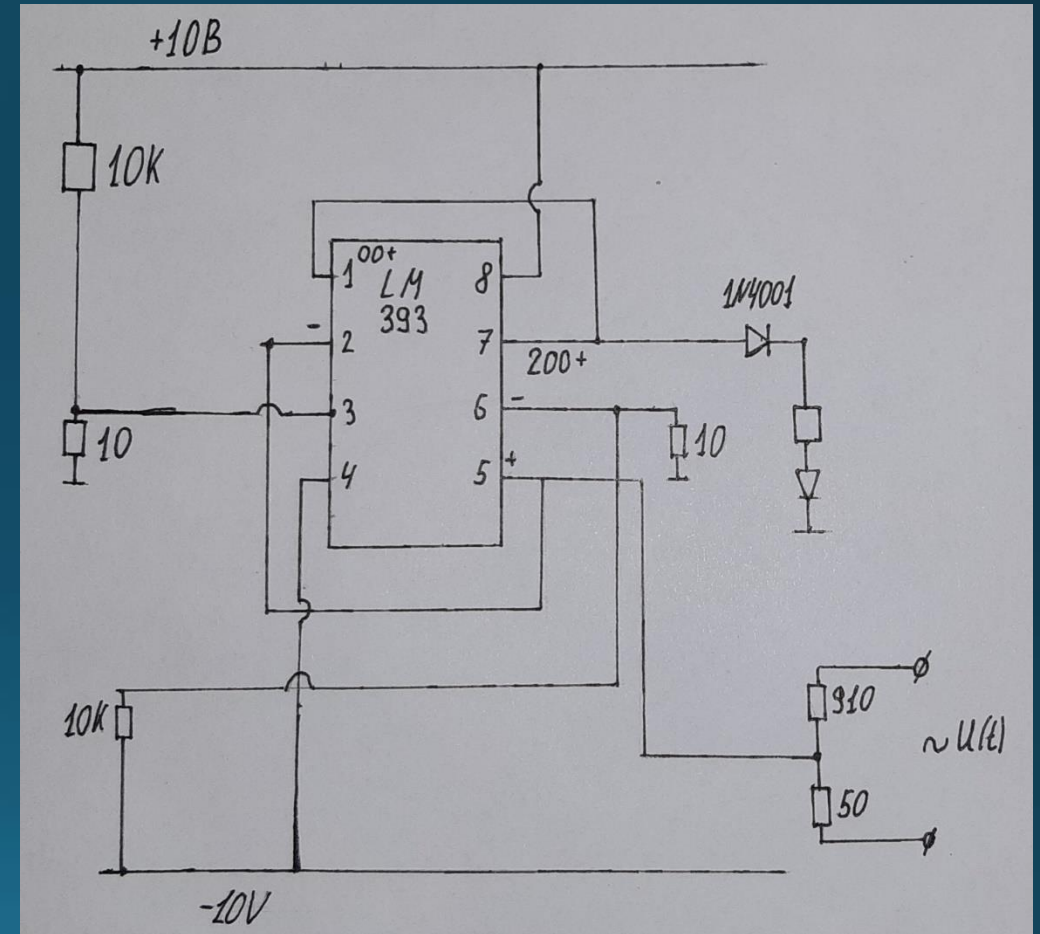
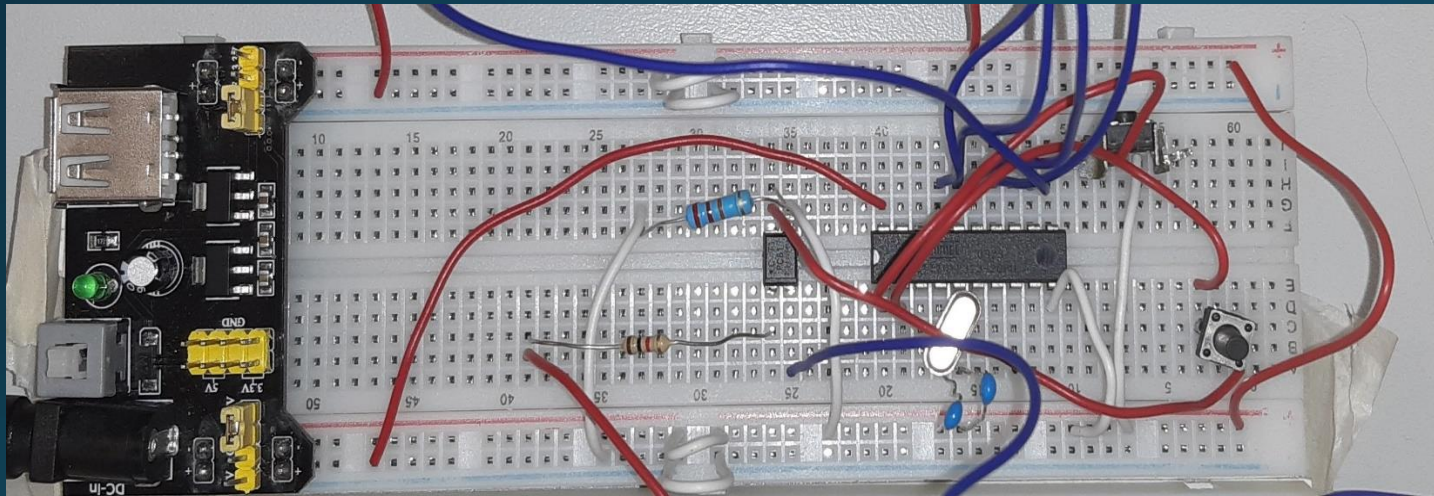


Схема детектора

Микроконтроллер



Макетная плата № 2 с микроконтроллером

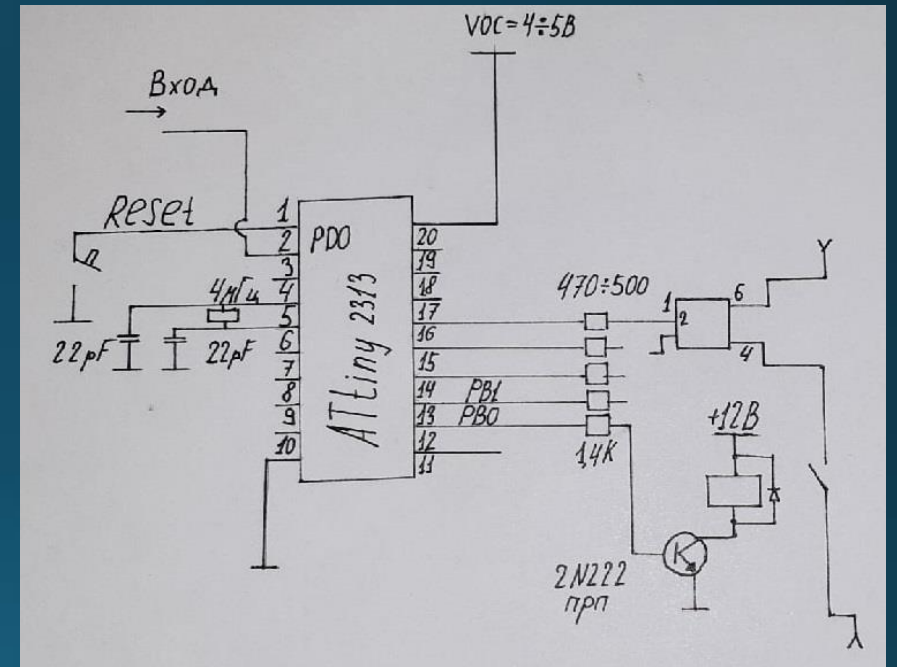
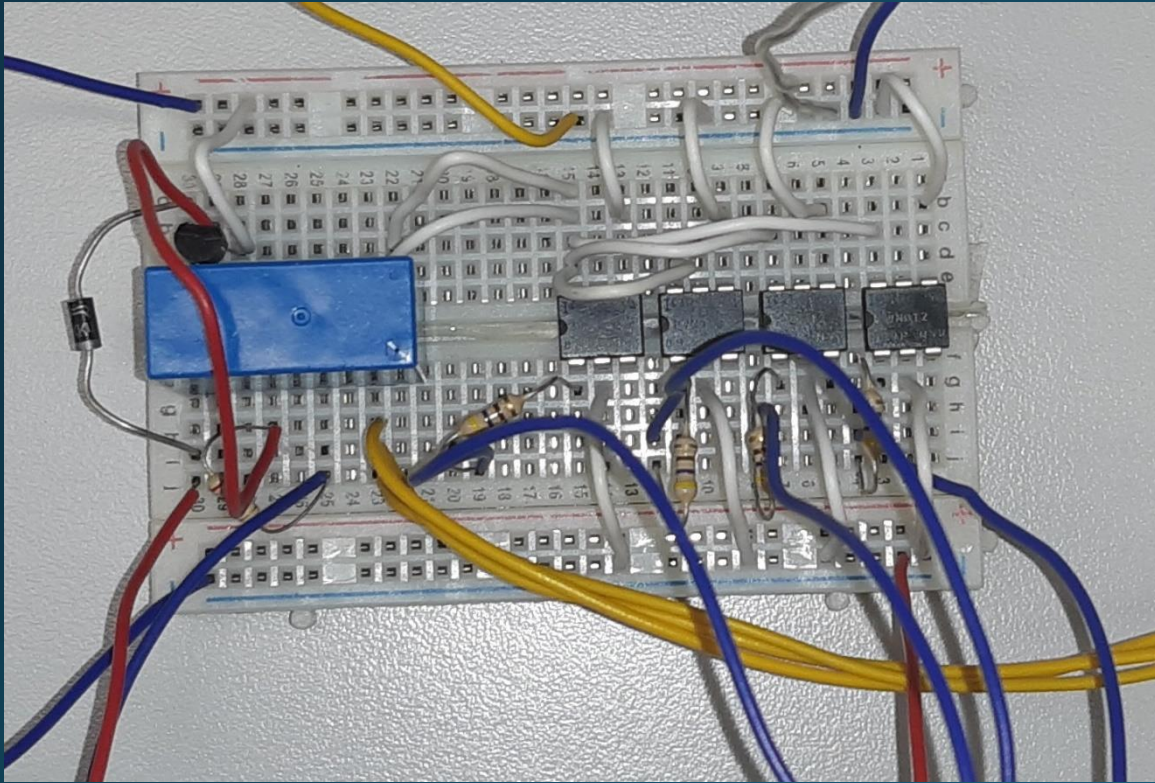
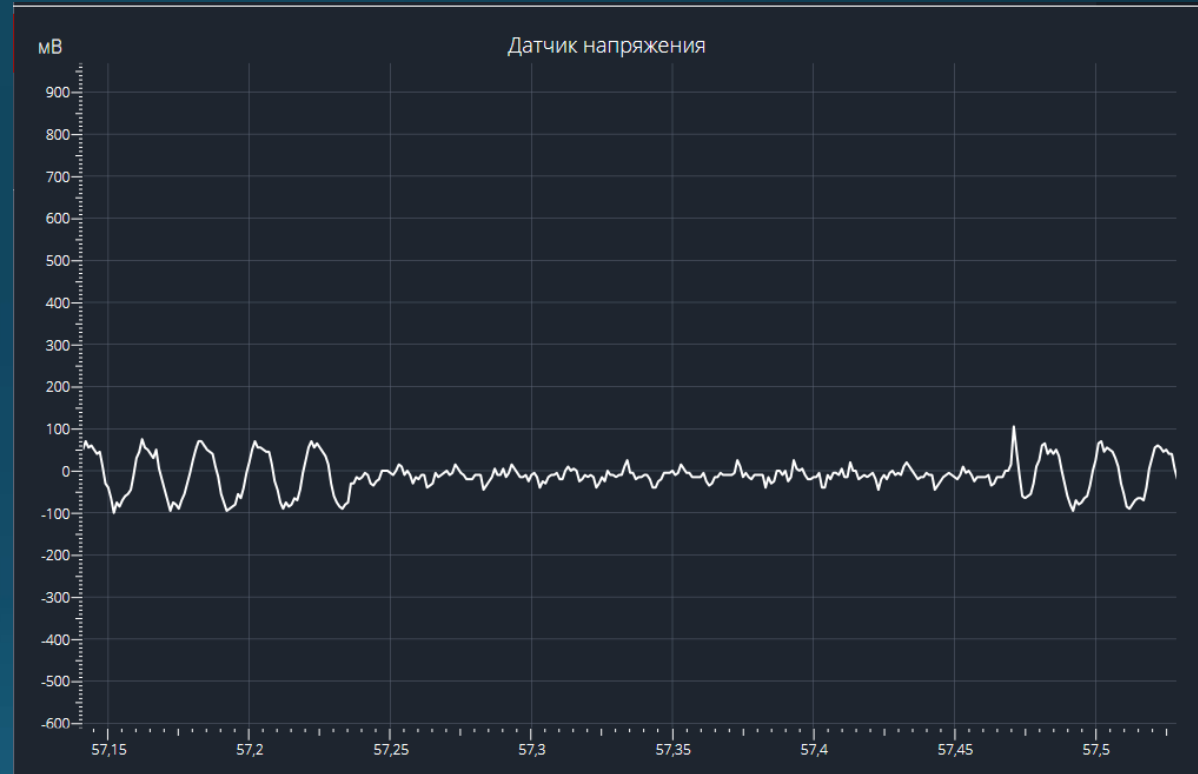


Схема платы с микроконтроллером

Реле

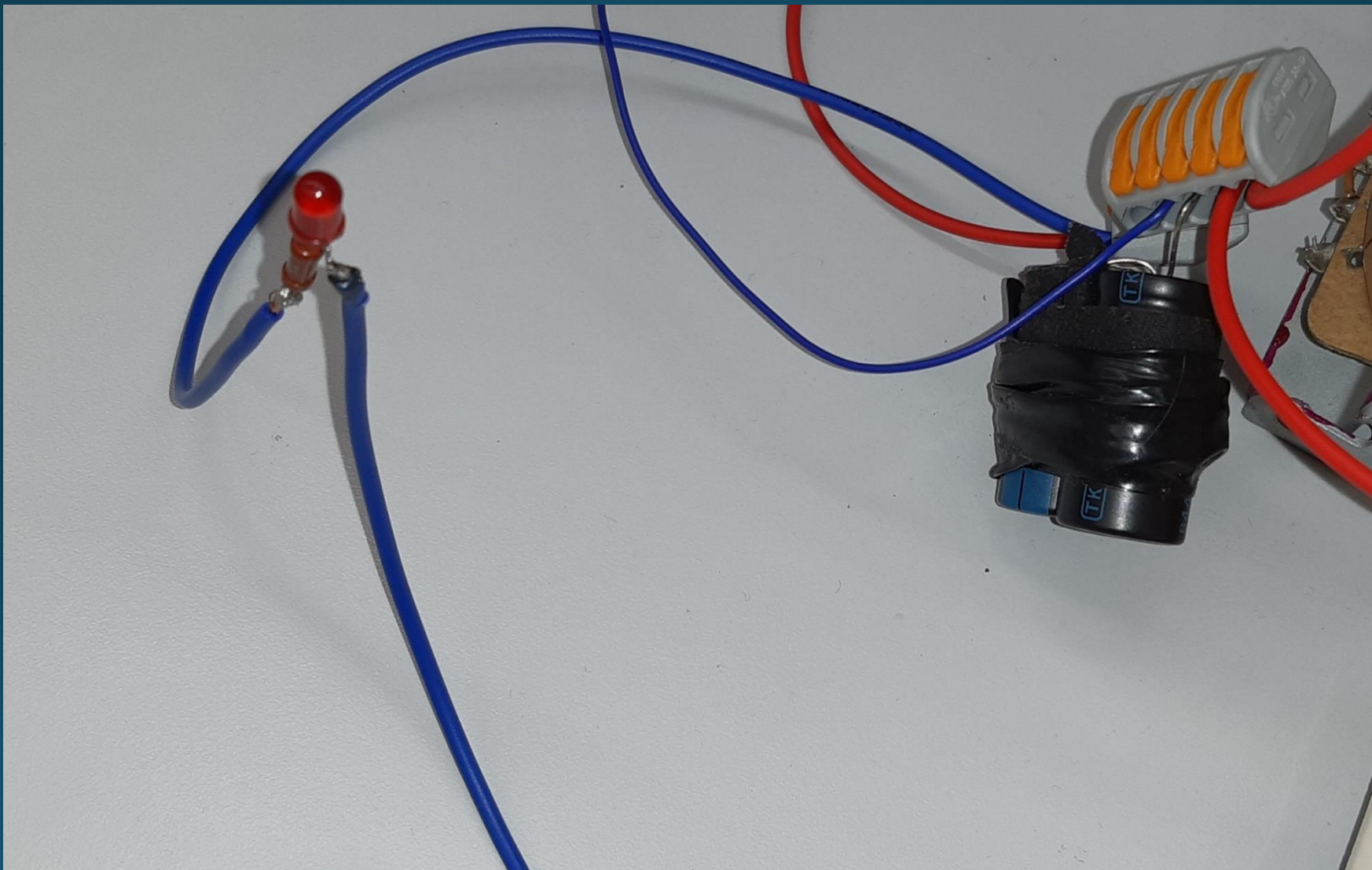


Макетная плата № 3 с двумя видами реле



Осциллограмма

Светодиод как индикатор использования реактивной мощности



Программа для микроконтроллера

```
1 #include <tiny2313.h>
2 #include <delay.h>
3
4 // Declare your global variables here
5
6 void main(void)
7 {
8 // Declare your local variables here
9
10 // Crystal Oscillator division factor: 1
11 CLKPR=0x80;
12 CLKPR=0x00;
13
14 // Input/Output Ports initialization
15 // Port A initialization
16 // Func2=In Func1=In Func0=In
17 // State2=T State1=T State0=T
18 PORTA=0x00;
19 DDRA=0x00;
20
21 // Port B initialization
22 // Func7=Out Func6=Out Func5=Out Func4=Out Func3=Out Func2=Out Func1=Out Func0=Out
23 // State7=1 State6=1 State5=1 State4=1 State3=1 State2=1 State1=1 State0=1
24 PORTB=0xFF;
25 DDRB=0xFF;
26
27 // Port D initialization
28 // Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In Func0=In
29 // State6=P State5=P State4=P State3=P State2=P State1=P State0=P
30 PORTD=0x7F; // В исходнике 7F
31 DDRD=0x00;
32
33 // Timer/Counter 0 initialization
34 // Clock source: System Clock
35 // Clock value: Timer 0 Stopped
36 // Mode: Normal top=FFh
37 // OC0A output: Disconnected
38 // OC0B output: Disconnected
39 TCCR0A=0x00;
40 TCCR0B=0x00;
41 TCNT0=0x00;
42 OCR0A=0x00;
```

```
43 OCR0B=0x00;
44
45 // Timer/Counter 1 initialization
46 // Clock source: System Clock
47 // Clock value: Timer 1 Stopped
48 // Mode: Normal top=FFFFh
49 // OC1A output: Discon.
50 // OC1B output: Discon.
51 // Noise Canceler: Off
52 // Input Capture on Falling Edge
53 TCCR1A=0x00;
54 TCCR1B=0x00;
55 TCNT1H=0x00;
56 TCNT1L=0x00;
57 ICR1H=0x00;
58 ICR1L=0x00;
59 OCR1AH=0x00;
60 OCR1AL=0x00;
61 OCR1BH=0x00;
62 OCR1BL=0x00;
63
64 // External Interrupt(s) initialization
65 // INT0: Off
66 // INT1: Off
67 // Interrupt on any change on pins PCINT0-7: Off
68 GIMSK=0x00;
69 MCUCR=0x00;
70
71 // Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s) initialization
72 TIMSK=0x00;
73
74 // Universal Serial Interface initialization
75 // Mode: Disabled
76 // Clock source: Register & Counter=no clk.
77 // USI Counter Overflow Interrupt: Off
78 USICR=0x00;
79
80 // Analog Comparator initialization
81 // Analog Comparator: Off
82 // Analog Comparator Input Capture by Timer/Counter 1: Off
83 ACSR=0x80;
84
```

```
85 while (1)
86 {
87     if (PIND.0==1)
88         { PORTB=0x7F; } // все реле включены
89     else
90     {
91
92         PORTB.0=0; // - элмех реле выключено
93         delay_ms(5);
94         PORTB=0x00; // - все реле выключены
95         DDRB=0x00;
96
97         DDRD=0x7F;
98         PORTD=0x00;
99     }
100 };
101 }
102
103
104
105
```


Результаты

В ходе работы была создана установка, позволяющая доказать возможность использования реактивной мощности.

Данная установка может быть использована для проведения демонстрационного эксперимента в рамках изучения тем «Колебательный контур» и «Реактивная мощность» в курсе физики 11 класса.

Перспективы развития

1. Повышение КПД установки путем подбора компонентов с соответствующими характеристиками
2. Использование пикового детектора вместо выключателя для контроля над разрядом конденсатора
3. Автоматизация процесса использования реактивной мощности, увеличение времени работы установки
4. Создание методических рекомендаций по проведению эксперимента для учителей, преподающих в 11 классах
5. Создание криогенной установки на основе жидкого азота в целях компенсации потерь энергии в проводах

Список использованной литературы

1. И. Е. Тамм. Основы теории электричества. — 10-е изд., испр. — М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1989.
2. М. И. Кузнецов. Основы электротехники. — 10-е изд., переработанное. — М.: Высшая школа., 1970.
3. А. Е. Зорохович, В. К. Калинин. Электротехника с основами промышленной электроники: учебное пособие для средних профессионально-технических училищ. — М.: Высшая школа., 1975. — стр. 121.
4. Atmel. 8-bit Microcontroller with 2K Bytes In-System Programmable Flash. Attiny 2313/V. Preliminary. — Atmel Corporation, 2005.
5. В. С. Прокопенко. Программирование микроконтроллеров ATMEЛ на языке С. — М.: МК-Пресс, 2012.
6. А. В. Белов. Самоучитель по микропроцессорной технике. — М.: НиТ, 2008.
7. А. Н. Анисов. Электрические машины. — М.: МИИТ, 2011.

Спасибо за внимание