



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Московский государственный технический университет  
имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»  
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

---

ФАКУЛЬТЕТ ИНФОРМАТИКА И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

КАФЕДРА КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ (ИУ6)

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

**О Т Ч Е Т**

по лабораторной работе № 1

**Название:** Программирование портов ввода-вывода микроконтроллеров AVR.

**Дисциплина:** Микропроцессорные системы.

Студент

ИУ6-62Б

(Группа)

\_\_\_\_\_  
(Подпись, дата)

С.В. Астахов

(И.О. Фамилия)

Преподаватель

\_\_\_\_\_  
(Подпись, дата)

\_\_\_\_\_  
(И.О. Фамилия)

Москва, 2022

## Вариант 1.

### Цели работы:

- изучение системы команд микроконтроллеров AVR и приемов программирования на языке AVR Ассемблер;
- получение навыков отладки программ в среде отладки AVR Studio 4 и VMLab;
- работа со стартовым набором (платой) STK500.

### Ход работы.

#### Задание 1.

Проверить работу программы в шаговом режиме работы с помощью симулятора AVR Studio 4.

Проверим работу кода, заданного в условии, и после изменим его так, чтобы между переключением светодиодов происходила задержка в 0.5 секунд. Измененный код программы представлен ниже:

```
.include "m8515def.inc"
.def temp = r16
.def reg_led = r20
.equ START = 0

.equ STOP = 1
.org $000
rjmp init

INIT: ldi reg_led,0xFE
sec
set
ser temp
out DDRB,temp
out PORTB,temp
clr temp
out DDRD,temp
ldi temp,0x03
out PORTD,temp

WAITSTART:
sbic PIND,START
rjmp WAITSTART

LOOP: out PORTB,reg_led
ldi r17, 235
    d1: ldi r18,255
        d2: ldi r19, 10
            d3: dec r19
                brne d3
            dec r18
                brne d2
        dec r17
```

```

        brne d1

sbic PIND,STOP
rjmp MM
rjmp WAITSTART

MM: brts LEFT
sbrs reg_led,0
set
ror reg_led
rjmp LOOP

LEFT: sbrs reg_led,7
clt
rol reg_led
rjmp LOOP

```

На рисунках 1 и 2 показано время «Stop Watch» до входа в цикл и по окончании выполнения цикла. Время выполнения циклов =  $989120.50 - 494561.25 = 494559.25$  мс = ~0.5 с.

Stop Watch	494561.25 us
------------	--------------

Рисунок 1 – время до входа в цикл

Stop Watch	989120.50 us
------------	--------------

Рисунок 2 – время после исполнения цикла

Схема алгоритма программы показана на рисунках 3 и 4.

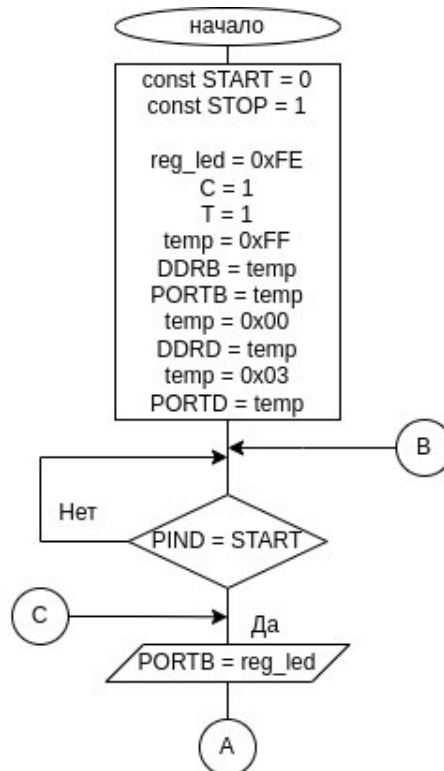


Рисунок 3 – схема алгоритма

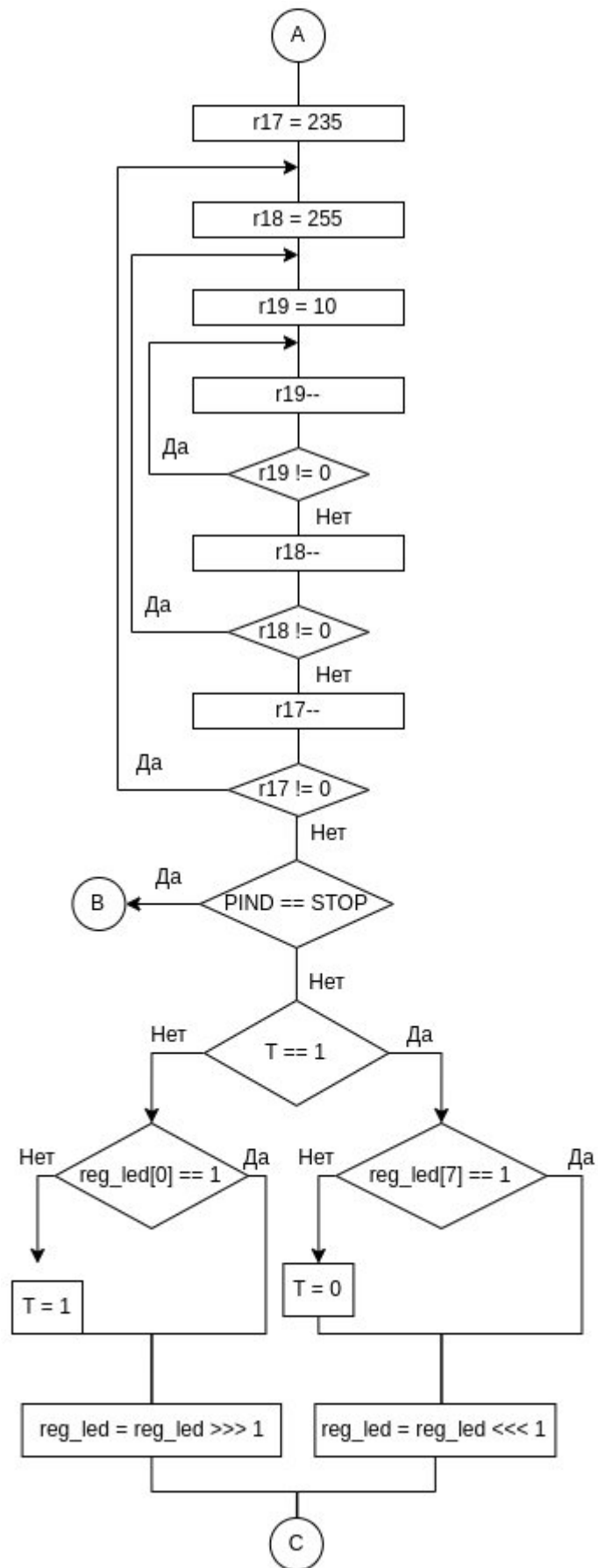


Рисунок 4 – схема алгоритма

## Задание 2.

Проверить работу программы в среде VMLab (или Proteus).

Для проверки работы программы в Proteus была создана схема, представленная на рисунке 5.

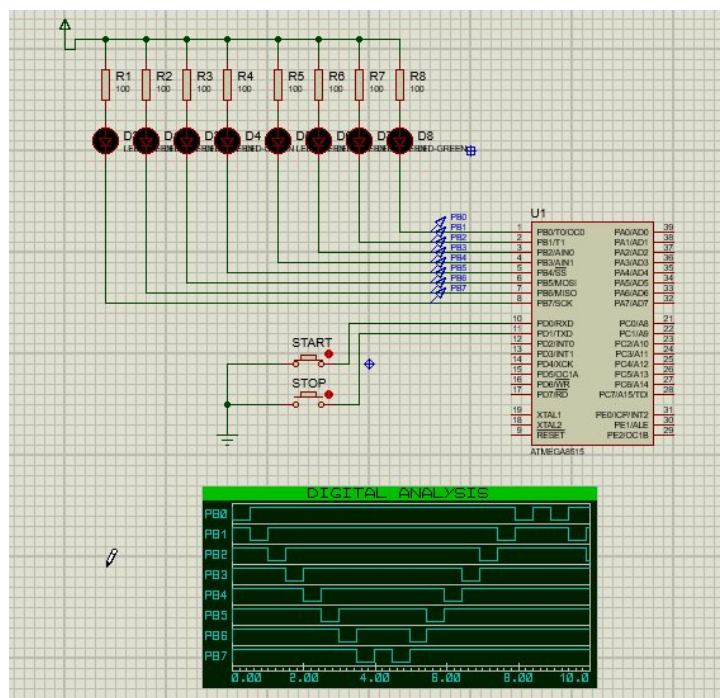


Рисунок 5 – схема в Proteus

С помощью логического анализатора была получена временная диаграмм, представленная на рисунке 6. Как видно, время задержки равно примерно 0.5 с.

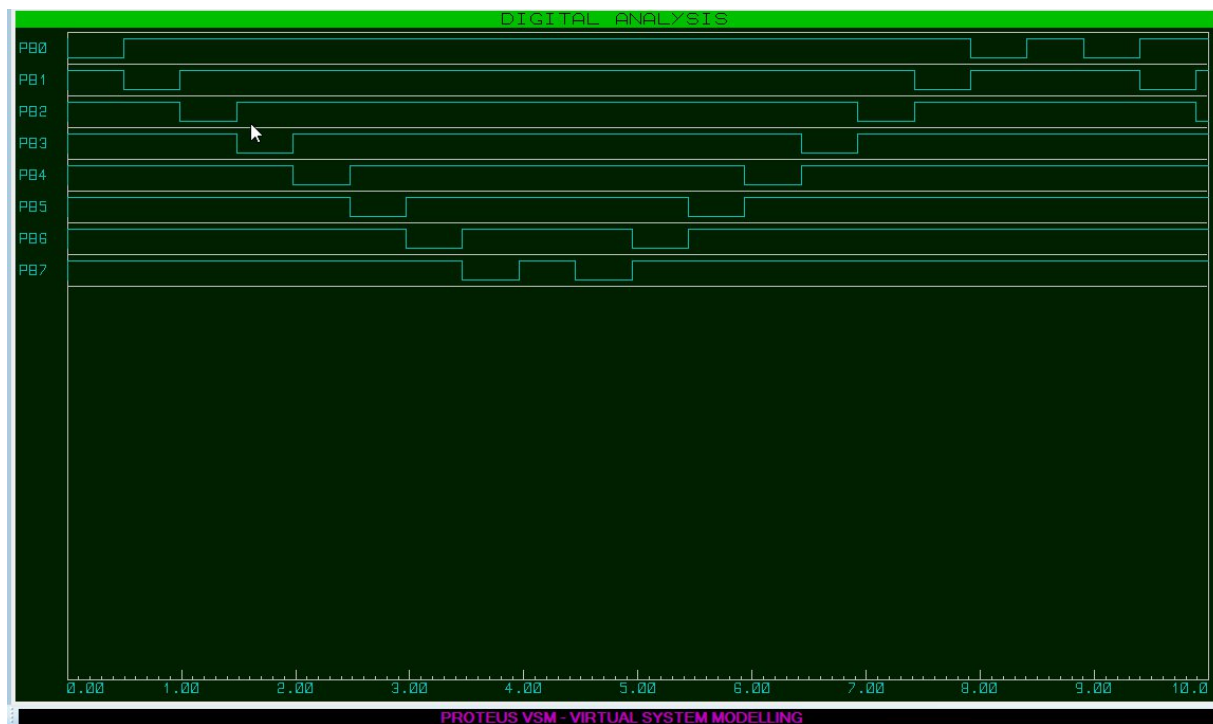


Рисунок 6 – временная диаграмма сигналов

Диаграмма демонстрирует, что программа работает корректно.

### Задание 3.

По заданию преподавателя изменить программу для переключения светодиодов в заданной последовательности.

Задание для 1 варианта: непрерывно, перемещая один ВКЛ светодиод, начиная со старшего 7 разряда, вправо до 0 и обратно. Порт индикации РА, задержка 200 мс.

Код, реализующий программу представлен ниже:

```
.include "m8515def.inc"
.def temp = r16
.def reg_led = r20
.equ START = 0

.equ STOP = 1
.org $000
rjmp init

INIT: ldi reg_led,0x7F
sec
clt
ser temp
out DDRA,temp
out PORTA,temp
clr temp
out DDRD,temp
ldi temp,0x03
out PORTD,temp

WAITSTART:
sbic PIND,START
rjmp WAITSTART

LOOP: out PORTA,reg_led
ldi r17, 215
    d1: ldi r18, 255
        d2: ldi r19, 4
            d3: dec r19
                brne d3
            dec r18
                brne d2
        dec r17
            brne d1

sbic PIND,STOP
rjmp MM
rjmp WAITSTART

MM: brts LEFT
sbrs reg_led,1
set
ror reg_led
rjmp LOOP
```

```

LEFT: sbrs reg_led,6
clt
rol reg_led
rjmp LOOP

```

На рисунках 7 и 8 показано время «Stop Watch» до входа в цикл и по окончании выполнения цикла. Время выполнения циклов =  $411515.50 - 205758.75 = 205756.75$  мс =  $\sim 0.2$  с, что соответствует индивидуальному заданию.

Stop Watch 205758.75 us

Рисунок 7 - время до входа в цикл

Stop Watch 411515.50 us

Рисунок 8 – время после исполнения цикла

#### Задание 4.

Проверить работу подготовленной программы в VMLab (или Proteus). Запротоколировать работу программы в виде «скриншота» осциллограммы.

Для проверки работы программы в Proteus была создана схема, представленная на рисунке 9.

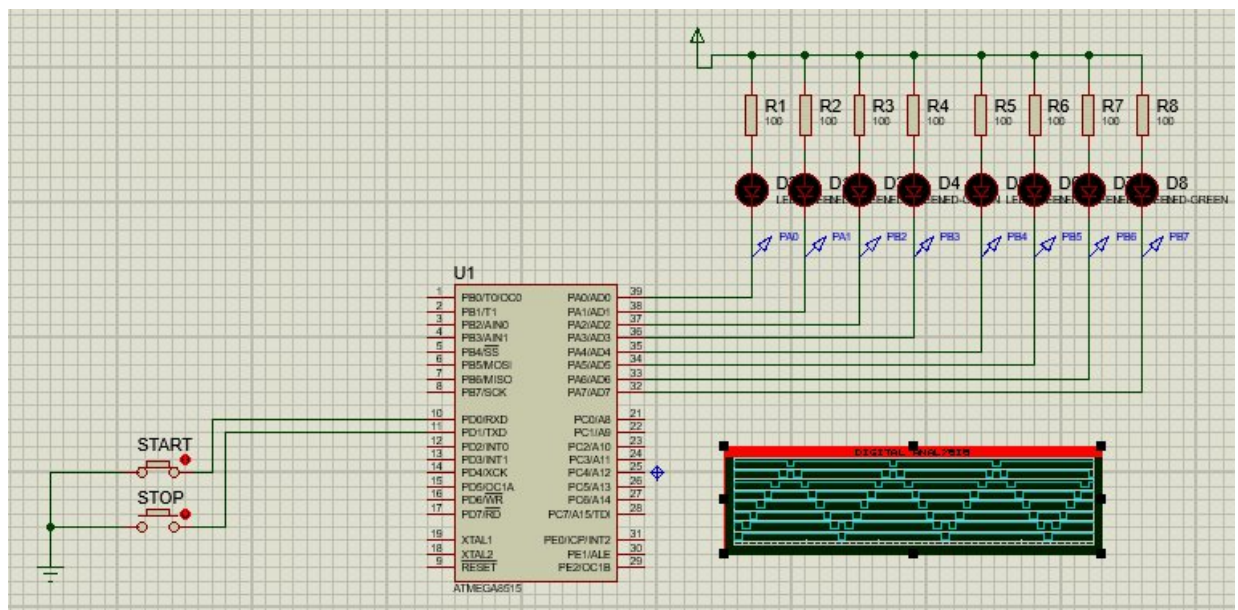


Рисунок 9 – схема в Proteus

С помощью логического анализатора была получена временная диаграмм, представленная на рисунке 10.

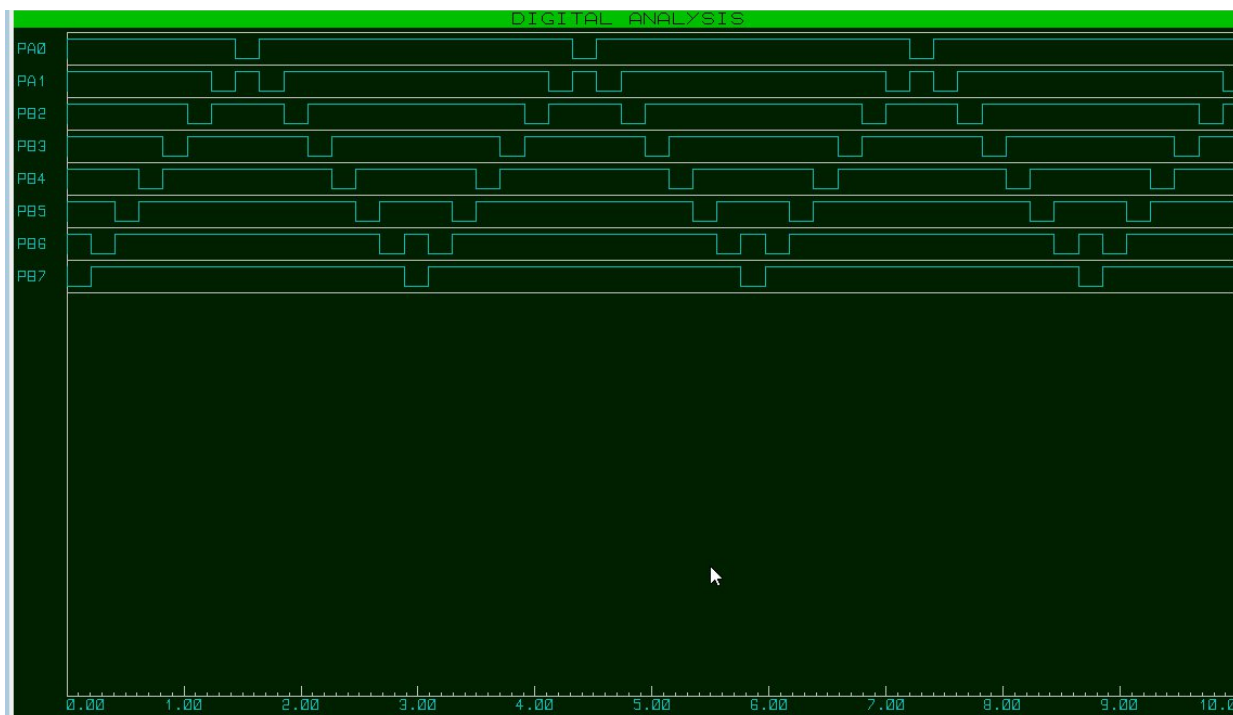


Рисунок 10 – временная диаграмма сигналов

Диаграмма демонстрирует, что программа работает корректно.

**Вывод:** в ходе выполнения лабораторной работы была изучена система команд микроконтроллеров AVR, получены навыки отладки программ в среде AVR Studio 4 с помощью точек останова и просмотра состояния регистров и отладки в среде Proteus с помощью моделирования схемы и использования логического анализатора. Также был изучен способ формирования задержки с помощью вложенных циклов в программах для микроконтроллеров AVR.