



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»

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ «09.03.01 Информатика и вычислительная техника»

ОТЧЕТ по лабораторной работе № 1

Название: « Программирование портов ввода-вывода микроконтроллеров AVR»

Дисциплина: « Микропроцессорные системы»

Вариант № 19

Студент ИУ6-62Б
(Группа)

(Подпись, дата)

А.Е. Медведев
(И. О. Фамилия)

Преподаватель

(Подпись, дата)

Б.И. Бычков
(И. О. Фамилия)

2022 г.

1 Описание выполнения лабораторной работы

1.1 Цель работы:

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

1.2 Ход работы:

Задание 1.

Проверить работу вышеприведенной программы в шаговом режиме работы с помощью симулятора AVR Studio 4. Проверяем работу кода, заданного в условии и после изменяем его, чтобы между переключением светодиодов происходила задержка в 0.5 секунд. Измененный код программы представлен ниже:

Листинг 1.1 – Исходный код программы первой лабораторной работы

```
;Программа 1.1 для микроконтроллеров ATx8515:
;переключение светодиодов (СД) при нажатии на кнопку START (SW0),
;после нажатия кнопки STOP (SW1) переключение прекращается и
;возобновляется с места остановки при повторном нажатии на кнопку
  START
;*****
;.include "8515def.inc" ;файл определений для AT90S8515
.include "m8515def.inc" ;файл определений для ATmega8515
.def temp = r16 ;временный регистр
.def reg_led = r20 ;регистр состояния светодиодов
.equ START = 0 ;0-ой вывод порта
.equ STOP = 1 ;1-ый вывод порта
.org $000
rjmp init
;***Инициализация***
INIT: ldi reg_led,0xFE ;сброс reg_led.0 для включения LED0
sec ;C=1
set ;T=1  флаг направления
```

```

ser temp ;инициализация выводов
out DDRB,temp ; порта PB на вывод
out PORTB,temp ;погасить СД
clr temp ;инициализация
out DDRD,temp ; порта PD на ввод
ldi temp,0x03 ;включение подтягивающих
out PORTD,temp ; резисторов порта PD (0-й, 1-й разряды)
WAITSTART: ;ожидание
sbic PIND,START ; нажатия
rjmp WAITSTART ; кнопки START
LOOP: out PORTB,reg_led ;вывод на индикаторы
;***Задержка (два вложенных цикла)***

        ldi r19, 11
d1: ldi r17,255
d2: ldi r18, 237
d3: dec r18

sbic PIND,STOP ;если нажата кнопка STOP,
rjmp MM ; то переход
rjmp WAITSTART ; для проверки кнопки START
MM: brts LEFT ;переход, если флаг T установлен
sbrs reg_led,0 ;пропуск следующей команды,
; если 0-й разряд reg_led установлен
set ;T=1 - переключение флага направления
ror reg_led ;сдвиг reg_led вправо на 1 разряд
rjmp LOOP ;переход на проверку нажатия STOP
LEFT: sbrs reg_led,7 ;пропуск следующей команды,
; если 7-й разряд reg_led установлен
clt ;T=0 переключение флага направления
rol reg_led ;сдвиг reg_led влево на 1 разряд
rjmp LOOP

```

На рисунках 1 – 2 показано количество пройденного времени до вхождения в цикл переключения и после его первого прохода.



Рисунок 1 – Время до начала цикла

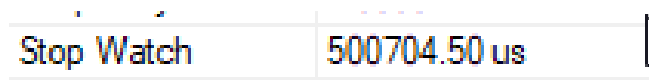


Рисунок 2 – Время после работы цикла

Схема алгоритма кода, написанного ранее, показана на рисунке 3

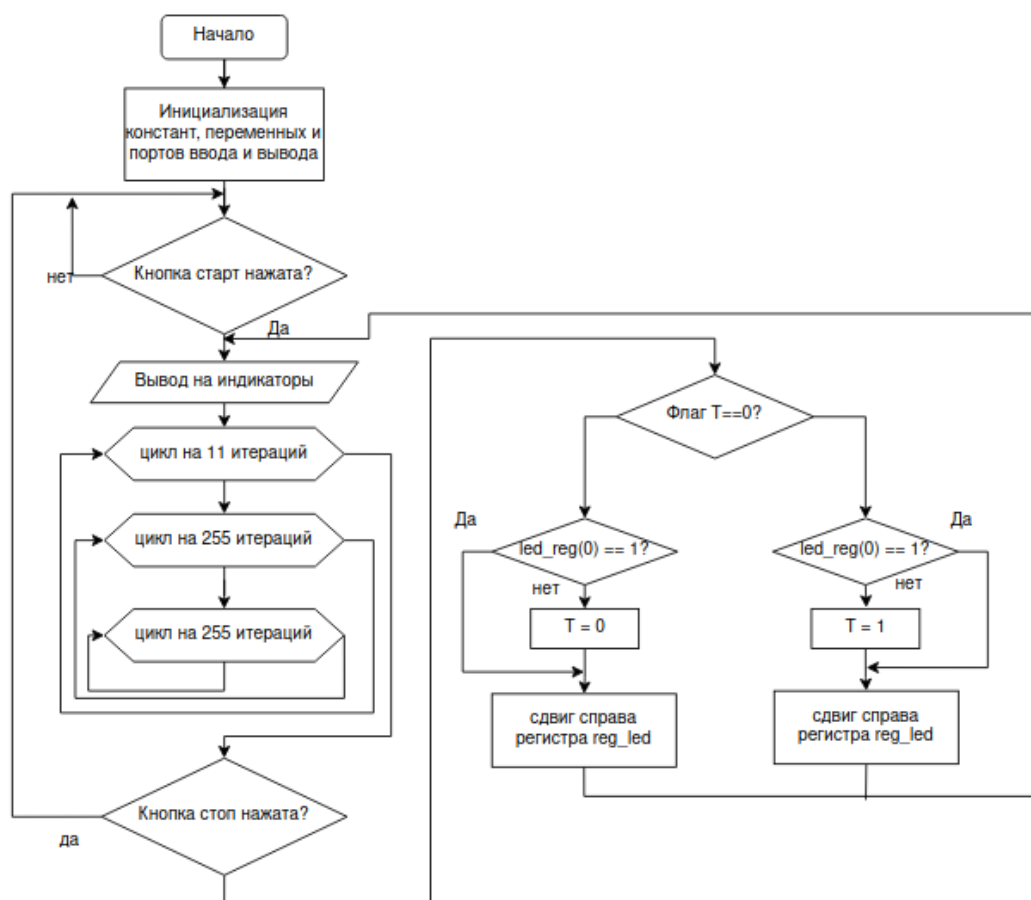


Рисунок 3 – Схема алгоритма

Задание 2.

Проверить работу программы в среде Proteus. Код, написанный для проверки работы кнопок на осциллографе, представлен ниже:

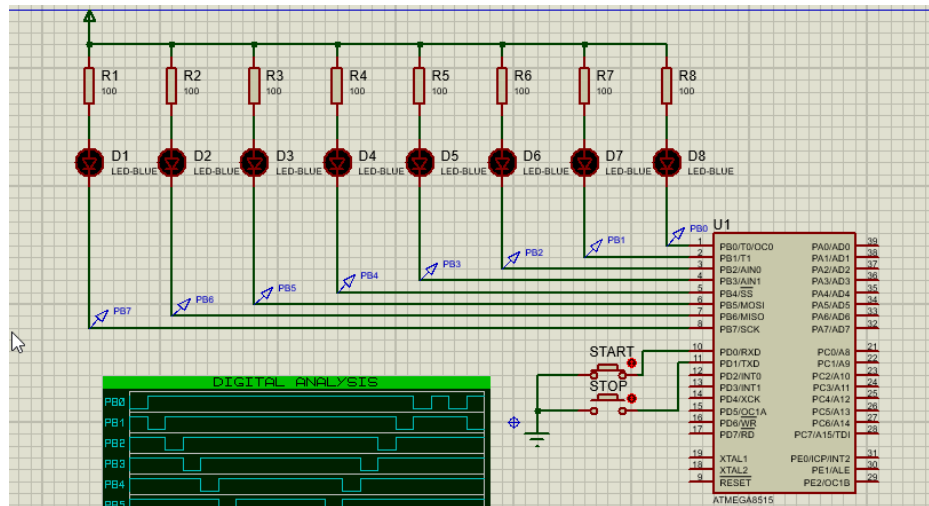


Рисунок 4 – Схема в среде Proteus

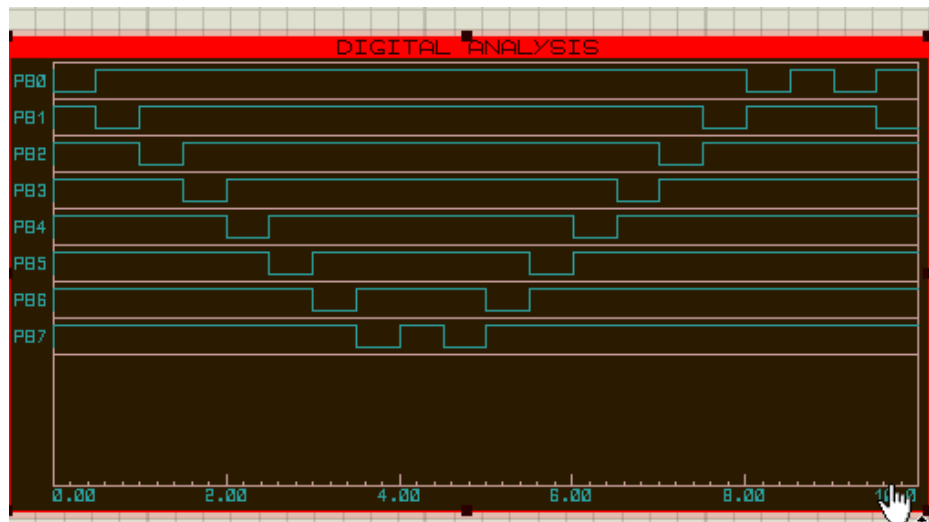


Рисунок 5 – Диаграмма цифрового анализатора

Задание 3.

По заданию преподавателя изменить программу для переключения светодиодов в заданной последовательности. Задание для 19-ого варианта: Непрерывно, перемещая два ВКЛ светодиода, начиная с 7 разряда, вправо до 0, и в обратном направлении два ВЫКЛ светодиода Порт активации РА. Время переключения – 200 мс.

Листинг 1.2 – Код программы по варианту

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

.equ STOP = 1
.org $000
rjmp init

INIT: ldi reg_led,0x3F
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 r19, 254
d1: ldi r17,210
d2: ldi r18,4
d3: dec r18
```

```

brne d3
dec r17
brne d2
dec r19
brne d1

sbic PIND,STOP
rjmp MM
rjmp WAITSTART
MM: brts LEFT

mov r21, reg_led
andi r21, 0x01
brne R_OFFSET
set
ldi reg_led,0x03
clc
rjmp LOOP

R_OFFSET:
ror reg_led
rjmp LOOP

LEFT:
mov r21, reg_led
andi r21, 0x3F
brne L_OFFSET
clt
ldi reg_led,0x3F
sec
rjmp LOOP

L_OFFSET:
rol reg_led
rjmp LOOP

```

Расчитаем задержку по формуле

$$T_{\text{сек}} = \frac{1}{4 * 10^6} = 0.25 * 10^{-6}$$

$$T_{\text{del_1}} = t_{ldi} + k_1 * (t_{dec} + t_{vch}) - 1 = 3k_1$$

$$T_{\text{del_2}} = t_{ldi} + k_2 * (3k_1 + t_{dec} + t_{vch}) - 1 = k_2(3k_1 + 3)$$

$$T_{\text{del_3}} = (t_{ldi} + k_3 * (k_2 + t_{dec} + t_{vch}) - 1) * T_{\text{сек}} = k_3(k_2(3k_1 + 3) + 3) * T_{\text{сек}}$$

$$T_{\text{del_1}} = 200 \text{ мс}$$

На рисунках 6 – 7 показано количество пройденного времени до вхождения в цикл переключения и после его первого прохода.



Рисунок 6 – Время до начала цикла



Рисунок 7 – Время после работы цикла

На рисунке 8 представлена схема в программе Protege.

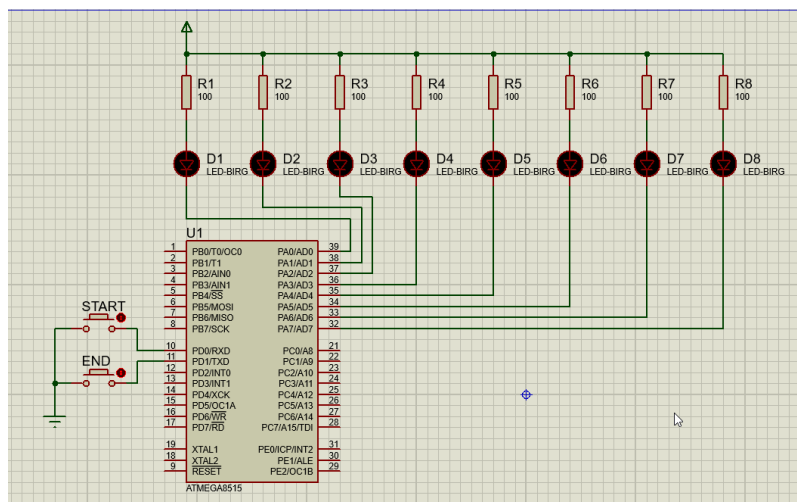


Рисунок 8 – Схема в среде Proteus

На рисунке 9 представлена диаграмма цифрового анализатора.

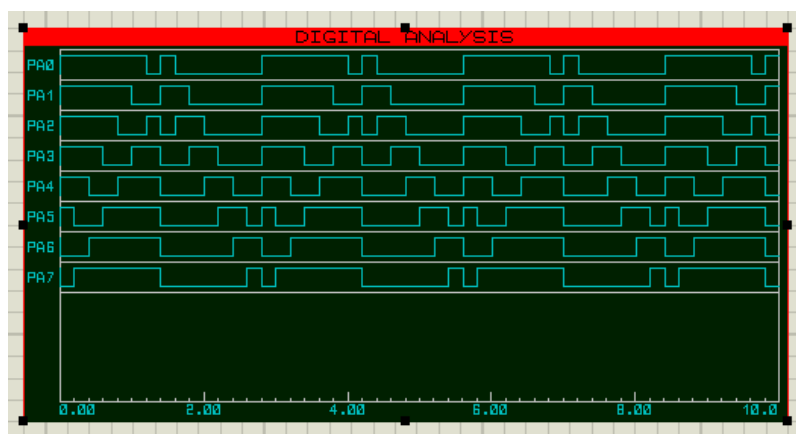


Рисунок 9 – Диаграмма цифрового анализатора

1.3 Вывод

В ходе лабораторной работы были изучены системы команд микроконтроллеров AVR и приемы программирования на языке AVR Ассемблер. Получены навыки отладки программ в среде отладки AVR Studio 4 и Proteus. Изучены приёмы работы со стартовым набором (платой) STK500, а именно прошивка и проверка работы файла с программой.