*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение* *высшего образования*

|  |  |
| --- | --- |
| **Gerb-BMSTU_01** | ***«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)

**Отчет**

**по лабораторной работе №4**

**Вариант 5**

**Дисциплина:** Микропроцессорные системы

**Название лабораторной работы:**

Таймеры микроконтроллеров ATx8515

Студент гр. ИУ6-62Б  **\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ А.С. Бурлаков**

(Подпись, дата) (И.О. Фамилия)

Студент гр. ИУ6-62Б  **\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ М.А. Мотичев**

(Подпись, дата) (И.О. Фамилия)

Преподаватель  **\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ А.К. Халайджи**

(Подпись, дата) (И.О. Фамилия)

Москва, 2019

# ВВедение

## Цель работы:

- изучение структур и режимов работы таймеров и их программирование,

- анализ схем включения таймеров для проведения исследований,

- программирование задач с таймером.

# основная часть

**Задание 1**. Проверить на плате STK500 работу исходной программы

;\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*

;Программа 4.1 для МК ATx8515:

;демонстрация работы таймера Т0 в режиме счётчика событий;

;событие - нажатие кнопки SW0.

;Соединения: порт PB0–SW0, шлейфом порт PD-LED

;Светодиоды включаются после четвертого нажатия кнопки SW0

;\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*

;.include "8515def.inc" ;файл определений AT90S8515

.include "m8515def.inc" ;файл определений ATmega8515

.def temp = r16 ;временный регистр

;\*\*\*Таблица векторов прерываний

.org $000

rjmp INIT ;обработка сброса

.org $007

rjmp T0\_OVF ;обработка переполнения таймера T0

;\*\*\*Инициализация МК

INIT:

ldi temp,low(RAMEND) ;установка

out SPL,temp ; указателя стека

ldi temp,high(RAMEND) ; на последнюю

out SPH,temp ; ячейку ОЗУ

clr temp ;инициализация выводов порта PD

out DDRD,temp ; на вывод

out PORTD,temp ;выключение светодиодов

ser temp

out DDRB, temp

out PORTB, temp

out DDRA, temp

out PORTA, temp

ldi temp, 0x01

out PORTD

;\*\*\*Настройка таймера Т0 на режим счётчика событий

ldi temp,0x02 ; разрешение прерывания по

out TIMSK,temp ; переполнению таймера Т0

ldi temp,0x07 ;переключение таймера

out TCCR0,temp ; по положительному перепаду напряжения

sei ;глобальное разрешение прерываний

ldi temp,0xFC ;$FC=-4 для

out TCNT0,temp ; отсчёта 4-х нажатий

LOOP:

sbic PIND, 0

rjmp LOOP

cbi PORTB, 0

sbi PORTB, 0

rcall DELAY

WAIT:

sbis PIND, 0

rjmp wait

rjmp LOOP

;\*\*\*Обработка прерывания при переполнении таймера T0

T0\_OVF: clr temp

out PORTA,temp ;включение светодиодов

rcall DELAY ;задержка

ser temp

out PORTA,temp ;выключение светодиодов

ldi temp,0xFC ;перезагрузка

out TCNT0,temp ; TCNT0

reti

;\*\*\* Задержка \*\*\*

DELAY: ldi r19,6

ldi r20,255

ldi r21,255

dd: dec r21

brne dd

dec r20

brne dd

dec r19

brne dd

ret

**Задание 2.** Проверить работу программы 4.2.

Оценить время свечения светодиодов при нажатии кнопки SW0 и при нажатии кнопки SW1 и сравнить его с расчетным значением. Изменив настройки таймера, уменьшить вдвое время включения светодиодов.

Для уменьшении времени в 2 раза поставим

TCNT1 = 0xC000 вместо 0x8000, тогда

**Код программы 4.2:**

;\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*

;Программа 4.2 для МК ATx8515: демонстрация работы таймера Т1

;в режиме таймера. При частоте работы микроконтроллера FCK =3,69 МГц

;после нажатия SW0 на вход счётчика поступают сигналы с частотой FCK/1024,

;после нажатия SW1 - FCK /256.

;Соединения: PD0,PD1–SW0,SW1

; PB-LED

;\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*

;.include "8515def.inc" ;файл определений AT90S8515

.include "m8515def.inc" ;файл определений ATmega8515

.def temp = r16 ;временный регистр

.equ SW0 = 0 ;0-ой вывод порта PD

.equ SW1 = 1 ;1-ий вывод порта PD

;\*\*\*Таблица векторов прерываний

.org $000

rjmp INIT ;обработка сброса

.org $006

rjmp T1\_OVF ;обработка переполнения таймера T0

;\*\*\*Инициализация МК

INIT:

ldi temp,low(RAMEND) ;установка

out SPL,temp ;указателя стека

ldi temp,high(RAMEND) ;на последнюю

out SPH,temp ;ячейку ОЗУ

clr temp ;инициализация выводов порта PD

out DDRD,temp ; на ввод

ldi temp,0x03 ;включение ‘подтягивающих’ резисторов

out PORTD,temp ; в разрядах 0,1 порта PD

ser temp ;инициализация выводов порта PB

out DDRB,temp ; на вывод

out PORTB,temp ;выключение светодиодов

;\*\*\*Настройка таймера Т1 на режим таймера

ldi temp,0x80 ;разрешение прерывания по

out TIMSK,temp ; переполнению таймера Т1

clr temp ;таймер Т1

out TCCR1B,temp ; остановлен

ldi temp,0x80 ; загрузка TCNT1

out TCNT1H,temp

ldi temp,0x00

out TCNT1L,temp

sei ;глобальное разрешение прерываний

;\*\*\*Ожидание нажатия кнопок

test\_sw0:

sbic PIND,SW0 ;проверка нажатия

rjmp test\_sw1 ; кнопки SW0

;\*\*\*Обработка нажатия кнопки SW0

ldi temp,0x05 ;для настройки предделителя (К=1024)

rcall LED\_ON ;включение светодиодов

test\_sw1: sbic PIND,SW1 ;проверка нажатия

rjmp test\_sw0 ; кнопки SW1

;\*\*\*Обработка нажатия кнопки SW1

ldi temp,0x04 ; для настройки предделителя (К=256)

rcall LED\_ON ;включе ние светодиодов

rjmp test\_sw0

;\*\*\*Включение светодиодов

LED\_ON: out TCCR1B,temp ;запуск таймера с предделителем

clr temp ;включение

out PORTB,temp ; светодиодов

ret

;\*\*\*Обработка прерывания при переполнении таймера T1

T1\_OVF: ser temp

out PORTB,temp ;выключение светодиодов

clr temp ;останов

out TCCR1B,temp ; таймера Т1

ldi temp,0x80

out TCNT1H,temp ; перезагрузка TCNT1

ldi temp,0x00

out TCNT1L,temp

reti

**Задание 3.**

Проверить работу программы 4.3. Результат работы программы должен соответствовать диаграммам на рис.3. При нажатии на кнопку SW0 светодиоды работают в следующей последовательности: оба светодиода горят, далее выключается LED0, затем LED1, включается LED0, затем LED1 и т.д. В любой момент процесс можно остановить нажатием кнопки SW2.

длительность tи = 2с, задержка tз = ¾tи;

Код программы 4.3:

;\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*

;Программа 4.3 для МК ATx8515:

;демонстрация работы функции сравнения таймера Т1

;Частота тактового генератора 3,69 МГц.

;При нажатии на SW0 (START) происходит инкремент счётчика с частотой Fск/К,

;при нажатии на SW2 (STOP) счётчик останавливается.

;При совпадении содержимого счётчика и регистра сравнения

;OCR1B переключается светодиод LED0,

;содержимого счётчика и регистра сравнения OCR1A - LED1.

; Соединения: LED0–PE2, LED1–PD5, SW0–PD0, SW2–PD2

;\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*

;tи = 2 c, tз = 1,5

;OCRIA = 0x1C27

;OCRIB = 0х070A

;.include "8515def.inc" ; файл определений AT90S8515

.include "m8515def.inc" ; файл определений ATmega8515

.def temp = r16 ; временный регистр

.equ START = 0 ; 0-ой вывод порта PD

.org $000

rjmp INIT ; обработка сброса

.org $001

rjmp STOP\_PRESSED ;обработка внешнего прерывания INT0

;\*\*\*Инициализация МК INIT:

ldi temp,low(RAMEND) ;установка

out SPL,temp ; указателя стека

ldi temp,high(RAMEND) ; на последнюю

out SPH,temp ; ячейку ОЗУ

ldi temp,0x20 ; инициализация вывода PD5

out DDRD,temp ; как выхода

ldi temp,0x05 ;включение ‘подтягивающих’ резисторов

out PORTD,temp ; в PD0, PD2

ldi temp,0x04 ; для ATmega8515 инициализация вывода порта

out DDRE,temp ; PE2 (OC1B) на вывод

ldi temp,(1<<INT0) ; разрешение прерывания INT0

out GICR,temp ; в регистре GICR (или GIMSK)

clr temp ; обработка прерывания INT0

out MCUCR,temp ; по низкому уровню

;\*\*\*Настройка функции сравнения таймера Т1

clr temp ; запрещение прерываний

out TIMSK,temp ; от таймера

cli ; глобальное запрещение прерываний

ldi temp,0x50 ; при сравнении состояния выводов OC1A и

out TCCR1A,temp ; OC1B изменяются на противоположные

clr temp ; останов

out TCCR1B,temp ; таймера

ldi temp,0x2A ; запись числа в

out OCR1BH,temp ; регистр сравнения,

ldi temp,0x39 ; первым записывается

out OCR1BL,temp ; старший байт

ldi temp,0x0E ; запись числа в

out OCR1AH,temp ; регистр сравнения,

ldi temp,0x13 ; первым записывается

out OCR1AL,temp ; старший байт

clr temp ; обнуление

out TCNT1H,temp ; содержимого

out TCNT1L,temp ; счётного регистра

sei ; разрешение прерываний

WAITSTART:

sbic PIND,START ; ожидание нажатия

rjmp WAITSTART ; кнопки START

ldi temp,0x0D ; запуск таймера с предделителем К=1024,

out TCCR1B,temp ; при совпадении с OCR1A - сброс

LOOP:

nop ; во время цикла происходит

rjmp LOOP ; увеличение содержимого счётного регистра

;\*\*\*Обработка прерывания от кнопки STOP

STOP\_PRESSED:

clr temp ; останов

out TCCR1B, temp ; таймера

WAITSTART\_2: ; ожидание

sbic PIND,START ; нажатия

rjmp WAITSTART\_2 ; кнопки START

ldi temp,0x0D ; запуск

out TCCR1B,temp ; таймера с предделителем К=1024

reti

**Задание 4.**

Изменение разрядности ШИМа производится с помощью смены значения TCCR1A на B1, B2, B3 для 8-ми, 9-ти, 10-ти разрядных режимов соответственно.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Разрядность | F1(OCR1A/B) | F2(OCR1A/B) |
| 10 | 02FF | 00FF |
| 9 | 017F | 007F |
| 8 | 00BF | 003F |

Заданный вариант:

F1 = 00FF

F2 = 02FF

Увеличить скважность в 2 раза, значит уменьшить длительность в 2 раза, тогда для F1и F2 надо установить значение в 2 раза меньше:

F1(OCR1A/B) = 007F

F2(OCR1A/B) = 017F

;\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*

;Программа 4.4 для МК ATx8515:

;демонстрация работы таймера Т1 в режиме ШИМ

;При нажатии SW0 происходит генерация

;ШИМ-сигналов с порогом сравнения F1

;При нажатии SW1 происходит генерация

;ШИМ-сигналов с порогом сравнения F2

;Соединения: PD5-LED0,PE2-LED1, PD0-SW0,PD1-SW1

;\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*

;.include "8515def.inc" ;файл определений AT90S8515

.include "m8515def.inc" ;файл определений ATmega8515

.def temp = r16 ;временный регистр

;Выводы порта PD

.equ SW0 = 0

.equ SW1 = 1

.org $000

rjmp INIT ;обработка сброса

;Инициализация МК

INIT: ldi temp,0x20 ;инициализация PD5

out DDRD,temp ; на вывод

ldi temp,0x03 ;включение ‘подтягивающих’

out PORTD,temp ; резисторов порта PD

ldi temp,0x04 ;для ATmega8515 инициализация

out DDRE,temp ;PE2 (OC1B) на вывод

cli ;запрещение прерываний

;настройка таймера: 10-разрядный режим ШИМ, на выводе

;OC1A неинвертированный сигнал, OC1B – инвертированный сигнал

ldi temp,0xB3

out TCCR1A,temp

clr temp ;обнуление

out TCNT1H,temp ; счётного

out TCNT1L,temp ; регистра

ldi temp,0x05 ;таймер

out TCCR1B,temp ; запущен с предделителем 1024

F1: sbic PIND,SW0 ;проверка нажатия SW1

rjmp F2 ;Установка порога F1

ldi temp,0x02 ;запись числа в

out OCR1AH,temp ; регистры сравнения,

out OCR1BH,temp ; первым записывается

ldi temp,0xff ; старший байт

out OCR1AL,temp

out OCR1BL,temp

F2: sbic PIND,SW1 ;ожидание нажатия SW2

rjmp F1

;Установка порога F2

ldi temp,0x00 ;запись числа в

out OCR1AH,temp ; регистры сравнения,

out OCR1BH,temp ; первым записывается

ldi temp,0xff ; старший байт

out OCR1AL,temp

out OCR1BL,temp

rjmp F1

**Задание 5.**

;\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*

;Программа 4.5 для МК ATx8515:

;демонстрация работы функции захвата таймера Т1

;При нажатии SW0 (START) на вход счётчика поступает сигнал с частотой

; 3,69 МГц/1024, при нажатии SW3 (CAPT) происходит захват состояния таймера.

;При совпадении содержимого счётчика и регистра сравнения OCR1A

;происходит сброс таймера.

;При нажатии SW1 (SHOW\_L) на светодиоды выводится значение младшего

;байта регистра захвата, SW2 (SHOW\_H) - старшего байта регистра захвата.

;Соединения: SW0–PD0,SW1–PD1,SW2-PD2,SW3–PE0,10-проводным шлейфом PB-LED

;\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*

;.include "8515def.inc" ;файл определений AT90S8515

.include "m8515def.inc" ;файл определений ATmega8515

.def temp = r16 ;временный регистр

.def H\_byte = r17 ;для хранения старшего байта

.def L\_byte = r18 ;для хранения младшего байта

.equ START = 0 ;0-ой вывод порта PD

.equ SHOW\_L = 1 ;1-ый вывод порта PD

.equ SHOW\_H = 2 ;2-ой вывод порта PD

;Векторы прерываний

.org $000

rjmp INIT ;обработка сброса

.org $003

rjmp CAPT\_PRESSED ;обработка внешнего прерывания INT0

;Инициализация МК

INIT: ldi temp,low(RAMEND) ;установка

out SPL,temp ; указателя стека

ldi temp,high(RAMEND) ; на последнюю

out SPH,temp ; ячейку ОЗУ

clr temp ;инициализация выводов

out DDRD,temp ; порта PD на ввод

ldi temp,0x07 ;включение ‘подтягивающих’

out PORTD,temp ; резисторов порта PD

clr temp ;для ATmega8515 инициализация

out DDRE,temp ;PE0 (ICP) на ввод

ldi temp,0x01 ;включение ‘подтягивающего’

out PORTE,temp ;резистора порта PЕ0

ser temp ;инициализация выводов

out DDRB,temp ; порта PB на вывод

out PORTB,temp ;выключение светодиодов

cli ;запрещение прерываний

clr temp ;отключение от таймера

out TCCR1A,temp ; выводов портов

clr temp ;таймер

out TCCR1B,temp ; остановлен

ldi temp,0xFF ;запись числа в

out OCR1AH,temp ; регистр сравнения,

ldi temp,0xFF ; первым записывается

out OCR1AL,temp ; старший байт

clr temp ;обнуление

out TCNT1H,temp ; содержимого

out TCNT1L,temp ; счётного регистра

ldi L\_byte,0x00 ;первоначальные значения для проверки

ldi H\_byte,0x00 ; поступления сигнала захвата

sei ;глобальное разрешение прерываний

WAITSTART: sbic PIND,START ;ожидание нажатия

rjmp WAITSTART ; кнопки START

ldi temp,0x08 ;разрешение прерывания

out TIMSK,temp ; по событию "захват" таймера

ldi temp,0xCD ;запуск таймера с предделителем 1024,

out TCCR1B,temp ; при совпадении с OCR1A - сброс

WAIT\_L: sbic PIND,SHOW\_L ;ожидание нажатия

rjmp

;\*\*\*Обработка прерывания от кнопки CAPT

CAPT\_PRESSED:

in L\_byte,ICR1L ;считывание младшего байта

in H\_byte,ICR1H ;считывание старшего байта

com L\_byte ;инвертирование для вывода

com H\_byte ;инвертирование для вывода

reti

# Заключение

1. Изучены способы представления числовых данных в микроконтроллерах,
2. Изучены двоичные арифметических операции,
3. Описаны программы арифметических процедур.