

Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет України  
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”  
Факультет інформатики та обчислювальної техніки  
Кафедра обчислювальної техніки

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1  
з дисципліни “Архітектура комп’ютерів 3”  
на тему “Створення мінімального програмного проекту на мові асемблера”

Виконала:  
студентка III курсу ФІОТ  
групи ІВ-81  
Дьяченко Тетяна

Перевірив:  
Нікольський С. С.

**Мета:** Створити мінімальний проект, перевірити виконання відлагоджувачем.

## **Виконання роботи**

### **start.S**

```
.syntax unified
.cpu cortex-m4
//.fpu softvfp
.thumb
// Global memory locations.
.global vtable
.global reset_handler
/*
 * vector table
 */
.type vtable, %object
vtable:
.word __stack_start
.word __hard_reset__ + 1
.size vtable, .-vtable
__hard_reset__:
ldr r0, __stack_start
mov sp, r0
b __hard_reset__
```

### **lscript.ld**

```
MEMORY
{
```

```
FLASH ( rx )
: ORIGIN = 0x08000000, LENGTH = 1M
```

```
RAM ( rxw )
: ORIGIN = 0x20000000, LENGTH = 128K
}
__stack_start = ORIGIN(RAM) + LENGTH(RAM);
```

Результати виконання:

```
Terminal - miya@miya-MacBookPro: ~/Documents/CA-3/Lab1
File Edit View Terminal Tabs Help

miya@miya-MacBookPro: ~/Document... x miya@miya-MacBookPro: ~/Document... x

Image: 'firmware.bin'.
Command line: (none).
Load      20 bytes at 0x08000000-0x08000013.
Cortex-M4 r0p0 core initialised.
'/machine/mcu/stm32/RCC', address: 0x40023800, size: 0x0400
'/machine/mcu/stm32/FLASH', address: 0x40023C00, size: 0x0400
'/machine/mcu/stm32/PWR', address: 0x40007000, size: 0x0400
'/machine/mcu/stm32/SYSCFG', address: 0x40013800, size: 0x0400
'/machine/mcu/stm32/EXTI', address: 0x40013C00, size: 0x0400
'/machine/mcu/stm32/GPIOA', address: 0x40020000, size: 0x0400
'/machine/mcu/stm32/GPIOB', address: 0x40020400, size: 0x0400
'/machine/mcu/stm32/GPIOC', address: 0x40020800, size: 0x0400
'/machine/mcu/stm32/GPIOD', address: 0x40020C00, size: 0x0400
'/machine/mcu/stm32/GPIOE', address: 0x40021000, size: 0x0400
'/machine/mcu/stm32/GPIOF', address: 0x40021400, size: 0x0400
'/machine/mcu/stm32/GPIOG', address: 0x40021800, size: 0x0400
'/machine/mcu/stm32/GPIOH', address: 0x40021C00, size: 0x0400
'/machine/mcu/stm32/GPIOI', address: 0x40022000, size: 0x0400
'/machine/mcu/stm32/USART1', address: 0x40011000, size: 0x0400
'/machine/mcu/stm32/USART2', address: 0x40004400, size: 0x0400
'/machine/mcu/stm32/USART3', address: 0x40004800, size: 0x0400
'/machine/mcu/stm32/USART6', address: 0x40011400, size: 0x0400
'/peripheral/led:green' 8*10 @(258,218) active high '/machine/mcu/stm32/GPIOD',12
'/peripheral/led:orange' 8*10 @(287,246) active high '/machine/mcu/stm32/GPIOD',13
'/peripheral/led:red' 8*10 @(258,274) active high '/machine/mcu/stm32/GPIOD',14
'/peripheral/led:blue' 8*10 @(230,246) active high '/machine/mcu/stm32/GPIOD',15
'/peripheral/button:reset' 40*40 @(262,324)
'/peripheral/button:user' 40*40 @(262,164) active high '/machine/mcu/stm32/GPIOA',0
GDB Server listening on: 'tcp::1234'...
Cortex-M4 r0p0 core reset.

... connection accepted from 127.0.0.1.
```

```
Terminal - miya@miya-MacBookPro: ~/Documents/CA-3/Lab1
File Edit View Terminal Tabs Help

miya@miya-MacBookPro: ~/Document... x miya@miya-MacBookPro: ~/Document... x

miya@miya-MacBookPro:~/Documents/CA-3/Lab1$ arm-none-eabi-gdb firmware.elf
arm-none-eabi-gdb: command not found
miya@miya-MacBookPro:~/Documents/CA-3/Lab1$ gdb-arm-none-eabi firmware.elf
gdb-arm-none-eabi: command not found
miya@miya-MacBookPro:~/Documents/CA-3/Lab1$ gdb-multiarch firmware.elf
GNU gdb (Ubuntu 9.2-0ubuntu1~20.04) 9.2
Copyright (C) 2020 Free Software Foundation, Inc.
License GPLv3+: GNU GPL version 3 or later <http://gnu.org/licenses/gpl.html>
This is free software: you are free to change and redistribute it.
There is NO WARRANTY, to the extent permitted by law.
Type "show copying" and "show warranty" for details.
This GDB was configured as "x86_64-linux-gnu".
Type "show configuration" for configuration details.
For bug reporting instructions, please see:
<http://www.gnu.org/software/gdb/bugs/>.
Find the GDB manual and other documentation resources online at:
<http://www.gnu.org/software/gdb/documentation/>.

For help, type "help".
Type "apropos word" to search for commands related to "word"...
Reading symbols from firmware.elf...
(gdb) target extended-remote:1234
Remote debugging using :1234
__hard_reset__ () at start.S:17
17   ldr r0, =__stack_start
(gdb) step
18   mov sp, r0
(gdb) 
```



## Makefile

```
SDK_PREFIX?=arm-none-eabi-
CC = $(SDK_PREFIX)gcc
LD = $(SDK_PREFIX)ld
SIZE = $(SDK_PREFIX)size
OBJCOPY = $(SDK_PREFIX)objcopy
QEMU = qemu-system-gnuarmeclipse
BOARD ?= STM32F4-Discovery
MCU=STM32F407VG
TARGET=firmware
CPU_CC=cortex-m4
TCP_ADDR=1234
deps = \
start.S \
lscript.ld
all: target
target:
    $(CC) -x assembler-with-cpp -c -O0 -g3 -mcpu=$(CPU_CC) -Wall start.S -o
start.o
    $(CC) start.o -mcpu=$(CPU_CC) -Wall --specs=nosys.specs -nostdlib -lgcc -
T./lscript.ld -o $(TARGET).elf
    $(OBJCOPY) -O binary -F elf32-littlearm $(TARGET).elf $(TARGET).bin
qemu:
    $(QEMU) --verbose --verbose --board $(BOARD) --mcu $(MCU) -d
unimp,guest_errors --image $(TARGET).bin --semihosting-config
enable=on,target=native -gdb tcp::$(TCP_ADDR) -S
clean:
    -rm *.o
    -rm *.elf
    -rm *.bin
```



Результат виконання команди make qemu

```
Terminal - miya@miya-MacBookPro: ~/Documents/CA-3/Lab1
File Edit View Terminal Tabs Help
miya@miya-MacBookPro:~/Documents/CA-3/Lab1$ make qemu
qemu-system-gnuarmelipse --verbose --verbose --board STM32F4-Discovery --mcu STM32F407VG -d unimp,guest_errors --image firmware.bin --semihosting-config enable=on,target=native -gdb tcp::1234 -S

xPack 64-bit QEMU v2.8.0-7 (qemu-system-gnuarmelipse).
Board: 'STM32F4-Discovery' (ST Discovery kit for STM32F407/417 lines).
Board picture: '/home/miya/opt/xPacks/qemu-arm/2.8.0-7/share/qemu/graphics/STM32F4-Discovery.jpg'.
Device file: '/home/miya/opt/xPacks/qemu-arm/2.8.0-7/share/qemu/devices/STM32F40x-qemu.json'.
Device: 'STM32F407VG' (Cortex-M4 r0p0, MPU, 4 NVIC prio bits, 82 IRQs), Flash: 1024 kB, RAM: 128 kB.
Image: 'firmware.bin'.
Command line: (none).
Load 20 bytes at 0x08000000-0x08000013.
Cortex-M4 r0p0 core initialised.
'/machine/mcu/stm32/RCC', address: 0x40023800, size: 0x0400
'/machine/mcu/stm32/FLASH', address: 0x40023C00, size: 0x0400
'/machine/mcu/stm32/PWR', address: 0x40007000, size: 0x0400
'/machine/mcu/stm32/SYSCFG', address: 0x40013800, size: 0x0400
'/machine/mcu/stm32/EXTI', address: 0x40013C00, size: 0x0400
'/machine/mcu/stm32/GPIOA', address: 0x40020000, size: 0x0400
'/machine/mcu/stm32/GPIOB', address: 0x40020400, size: 0x0400
'/machine/mcu/stm32/GPIOC', address: 0x40020800, size: 0x0400
'/machine/mcu/stm32/GPIOD', address: 0x40020C00, size: 0x0400
'/machine/mcu/stm32/GPIOE', address: 0x40021000, size: 0x0400
'/machine/mcu/stm32/GPIOF', address: 0x40021400, size: 0x0400
'/machine/mcu/stm32/GPIOG', address: 0x40021800, size: 0x0400
'/machine/mcu/stm32/GPIOH', address: 0x40021C00, size: 0x0400
'/machine/mcu/stm32/GPIOI', address: 0x40022000, size: 0x0400
'/machine/mcu/stm32/USART1', address: 0x40011000, size: 0x0400
'/machine/mcu/stm32/USART2', address: 0x40004400, size: 0x0400
'/machine/mcu/stm32/USART3', address: 0x40004800, size: 0x0400
'/machine/mcu/stm32/USART6', address: 0x40011400, size: 0x0400
'/peripheral/led:green' 8*10 @(258,218) active high '/machine/mcu/stm32/GPIOD',1
2
'/peripheral/led:orange' 8*10 @(287,246) active high '/machine/mcu/stm32/GPIOD',13
'/peripheral/led:red' 8*10 @(258,274) active high '/machine/mcu/stm32/GPIOD',14
'/peripheral/led:blue' 8*10 @(230,246) active high '/machine/mcu/stm32/GPIOD',15
'/peripheral/button:reset' 40*40 @(262,324)
'/peripheral/button:user' 40*40 @(262,164) active high '/machine/mcu/stm32/GPIOA',0
GDB Server listening on: 'tcp::1234'...
Cortex-M4 r0p0 core reset.
```

## **Висновок**

В ході виконання лабораторної роботи було створено мінімальний проект на асемблері. Виконання проекту було перевірено за допомогою відлагоджувача gdb. Також було створено Makefile для автоматизації створення прошивки.