НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО”
Факультет інформатики та обчислювальної техніки
Кафедра обчислювальної техніки

Лабораторна робота № 4

з дисципліни

“Архітектура комп’ютерів – 3”

Виконала:
студентка групи ІВ-81
ЗК ІВ-8101
Базова Лідія

Київ 2021

Мета роботи: Вивчення архітектурних особливостей, системи команд, принципів організації команд умовних та безумовних переходів та переходів на підпрограми, команд роботи з пам’яттю та способів адресації операндів.

***Варіант*:** 8101_{10} = *11 1010 0101*$_2$

h_4	h_3	h_2	h_1	Функція*
0	1	0	1	$F = 8(X1 - X2) + (X3 \oplus X4 - 1)/16$

h_2	h_1	*X*1	*X*2	*X*3	*X*4
0	1	12	2	–10	15

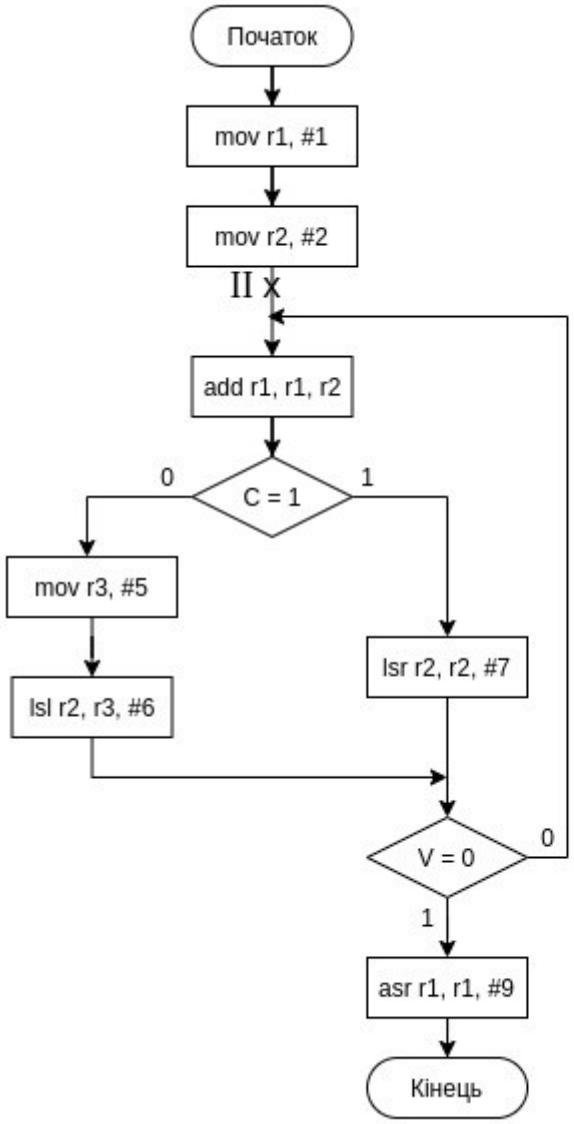
h_4	h_5	h_1	Номер точки переходу на підпрограму
0	0	1	II

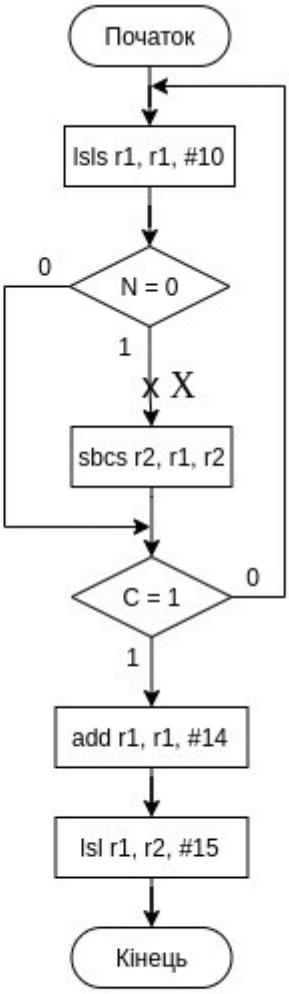
h_2	h_1	Номер точки переходу на підпрограму
0	1	X

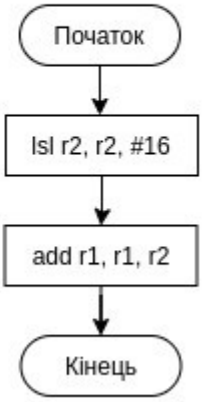
		Ознаки результату/умови переходу		
h_1	h_3	**LC1**	**LC2**	**PA/C**
1	1	C=1	N=0	V=0

Виконання роботи:

Вихідні алгоритми:







Лістинг коду

1. start.S

```
.syntax unified
.cpu cortex-m4
.thumb

.global vtable
.global __hard_reset__
.type vtable, %object
.type __hard_reset__, %function
vtable:
```

```
    .word __stack_start
    .word __hard_reset__+1
    .size vtable, .-vtable
__hard_reset__:
    bl part1
    bl part2
    _loop: b _loop
    .size __hard_reset__, .-__hard_reset__
```

2. part1.S

```
.global part1
.syntax unified

#define x1u #0x00000000
#define x1d #0x0000000C
#define x2u #0x00000000
#define x2d #0x00000002
#define x3u #0xFFFFFFFF
#define x3d #0xFFFFFFF6
#define x4u #0x00000000
#define x4d #0x0000000F
#define ZK #0x00001FA5

part1:
    push {lr}
    // calculate
        mov r1, x1u
        mov r0, x1d
        mov r3, x2u
        mov r2, x2d

        //x1 - x2
        subs r4, r0, r2
        sbc r5, r1, r3
        //8(x1 - x2)
        eor r10, r10
```

```
lsls r4, r4, #1
adc r10, r10, #0
lsls r4, r4, #1
lsl r10, r10, #1
adc r10, r10, #0
lsls r4, r4, #1
lsl r10, r10, #1
adc r4, r4, r10
lsls r5, r5, #3
add r5, r5, r10

mov r1, x3u
mov r0, x3d
mov r3, x4u
mov r2, x4d

//x3 ⊕ x4 - 1
subs r6, r2, #1
sbc r7, r3, #0
eors r6, r0, r6
eors r7, r1, r7
//(x3 ⊕ x4 - 1)/16
eor r10, r10
asrs r7, r7, #1
adc r10, r10, #0
asrs r7, r7, #1
lsl r10, r10, #1
adc r10, r10, #0
asrs r7, r7, #1
lsl r10, r10, #1
adc r10, r10, #0
asrs r7, r7, #1
lsl r10, r10, #1
adc r10, r10, #0
lsl r10, r10, #28
```

```
        lsr r6, r6, #4
        add r6, r6, r10

        //f = 8(x1 - x2) + (x3 ⊕ x4 - 1)/16
        adds r6, r6, r4
        adcs r7, r7, r5

        it vs
        blVS _correct

        cmp r6, #0
        it eq
        blEQ _addZK

        mov r0, ZK
        add r7, r0

        lsrs r0, r7, #30
        it eq
        blEQ _cont
        cmp r0, #3
        it eq
        blEQ _cont
        bl _correct2

_cont:
        pop {pc}

_correct:
        push {lr}
        lsr r6, r6, #1
        lsrs r7, r7, #1
        adc r6, r6, #0
        add r7, r7, #0x80000000
        pop {pc}
```

```
_addZK:
        push {lr}
        mov r0, ZK
        lsl r0, r0, #16
        mov r6, r0
        pop {pc}

_correct2:
        push {lr}
        lsr r6, r6, #1
        asrs r7, r7, #1
        it cs
        addCS r6, #0x80000000
        pop {pc}
```

3. part2.S

```
.global part2
.syntax unified

part2:
        push {lr}

        // calculate
        mov r1, #1
        mov r2, #2
        //go to sub
        bl subPr1

_step3:
        adds r1, r1, r2

        it cc
        //C = 1
        lsrCC r2, r2, #7
        bCC _step8
```

```
        //C != 1
        mov r3, #5
        lsls r2, r3, #6

_step8:
        //if (V != 0 -> V = 1)
        it vs
        blVS _step3

        //if V = 0
        asr r1, r1, #9
        pop {pc}



subPr1:
        push {lr}
_step1_1:
        lsls r1, r1, #10
        //if(N != 0 -> N = 1)
        it mi
        blmi _step1_4
        //else go to subpr2
        bl subPr2
        sbcs r2, r2, r1

_step1_4:
        it cc
        blCC _step1_1

        add r1, r1, #14
        lsl r1, r2, #15

        pop {pc}
```

```
subPr2:
        push {lr}

        lsl r2, r2, #16
        adds r1, r1, r2

        pop {pc}
```

4. lscript.ld

```
MEMORY
{
   FLASH ( rx )      : ORIGIN = 0x08000000, LENGTH = 1M
   RAM ( rxw )       : ORIGIN = 0x20000000, LENGTH = 128K
}
__stack_start = ORIGIN(RAM) + LENGTH(RAM);
```

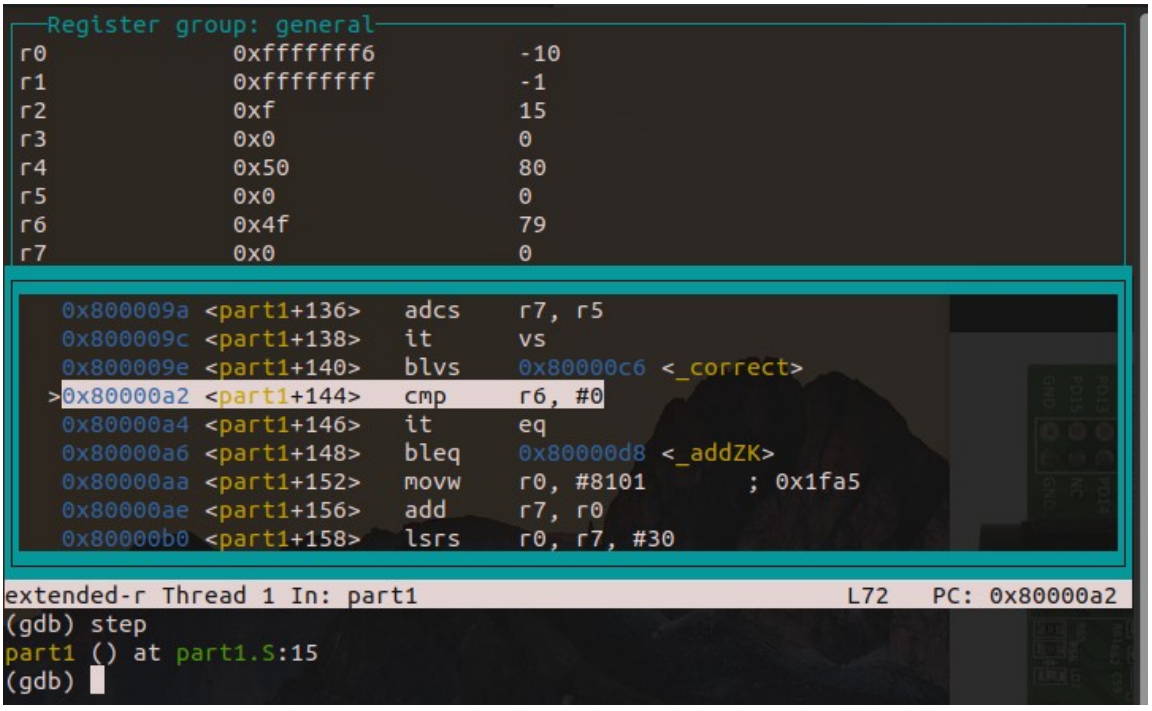
5. Makefile

```
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
```

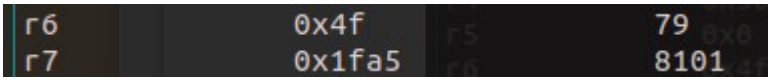
```
	$(CC) -x assembler-with-cpp -c -O0 -g3 -mcpu=$(CPU_CC) -Wall part1.S -o part1.o
	$(CC) -x assembler-with-cpp -c -O0 -g3 -mcpu=$(CPU_CC) -Wall part2.S -o part2.o
	$(CC) start.o part1.o part2.o -mcpu=$(CPU_CC) -Wall --specs=nosys.specs -nostdlib -lgcc -T./lscript.ld -o $(TARGET).elf
	$(OBJCOPY) -O 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

flash:
	st-flash write $(TARGET).bin 0x08000000
```

Скріншоти роботи:

частина 1. Результат на r7..r6



Після корекції:



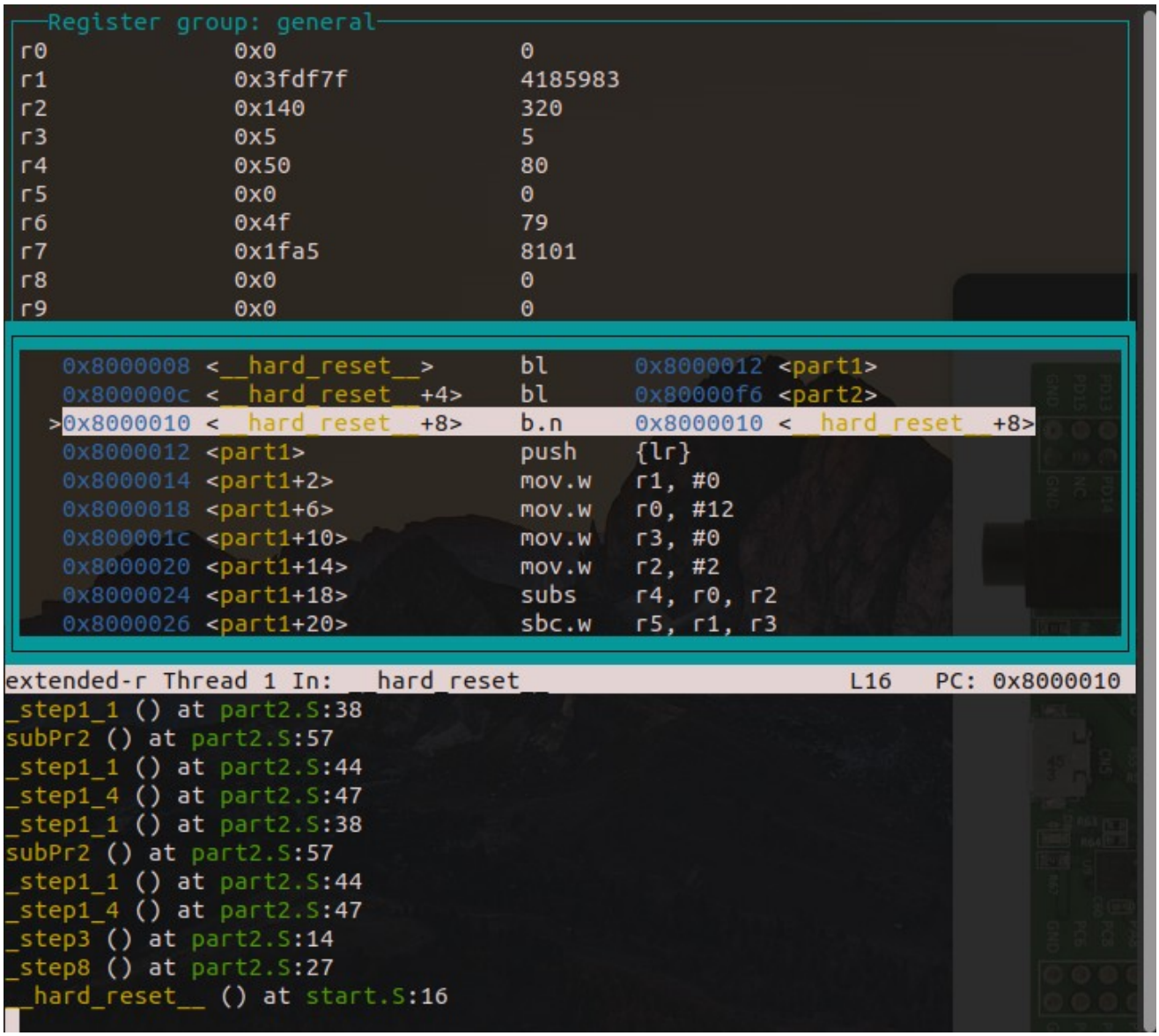
Перевірка.

x1 = 12; x2 = 2; x3 = -10; x4 = 15

$F = 8(x1 - x2) + (x3 \oplus x4 - 1) / 16 = 8 * (12 - 2) + (-10 \oplus 15 - 1) / 16 =$

$= 8 * 10 + (-10 \oplus 14) / 16 = 80 + (-8) / 16 = 79.5$

Після другої частини:



Висновок

Ми вивчили архітектурні особливості, системи команд, принципи організації команд умовних та безумовних переходів та переходів на підпрограми, команди роботи з пам’яттю та способів адресації операндів.

На основі отриманих знаній було зроблено програмний проект на мові асемблера, що вирішує заданий математичний вираз з заданими умовами. Отримали очікувані результати. Також програма виконує арифметичні операції у відповідності з алгоритмом за варіантом. Забезпечили звернення з основної програми в підпрограми згідно з алгоритмом та варіантом. Налаштували умови розгалудження алгоритму. Отримали коректні результати.