Санкт-Петербургский Национальный Исследовательский Университет ИТМО

Факультет Программной Инженерии и Компьютерной Техники



Вариант № 11400

Лабораторная работа №7

по дисциплине

‘Основы профессиональной деятельности’

Выполнил студент группы P3112:

Курбанов Ф.А.

Преподаватель:  
 Перминов И.В.

Санкт-Петербург 2021 г.

**Задание**

Синтезировать цикл исполнения для выданных преподавателем команд. Разработать тестовые программы, которые проверяют каждую из синтезированных команд. Загрузить в микропрограммную память БЭВМ циклы исполнения синтезированных команд, загрузить в основную память БЭВМ тестовые программы. Проверить и отладить разработанные тестовые программы и микропрограммы.

1. MUL М - Знаковое умножение младших байтов аккумулятора и ячейки памяти, результат в AC, установить признаки N/Z/V/C
2. Код операции - 9...
3. Тестовая программа должна начинаться с адреса 33216

**Микропрограмма**

E0 0088009208 RESERVED ~0 + SP ? SP, AR

E1 0020001400 LTOL(1) ? BR

E2 0010C11010 extend sign AC(0..7) ? AC, N, Z, V

E3 80E6081040 if PS(N) = 0 then GOTO E6

E4 0010E09610 ~AC + 1 ? AC, N, Z, V, C

E5 0020001120 LTOL(BR + ~0) ? BR

E6 0001811001 extend sign DR(0..7) ? DR, N, Z определение

E7 80EA801001 if DR(7) = 0 then GOTO EA знака произ-

E8 0001E09501 ~DR + 1 ? DR, N, Z, V, C ведения и

E9 0020001120 LTOL(BR + ~0) ? BR приведение

EA 0200000000 DR ? MEM(AR) чисел к без-

EB 0088009208 ~0 + SP ? SP, AR знаковой

EC 0001009020 BR ? DR записи (по

ED 0200000000 DR ? MEM(AR) модулю)

EE 0088009408 SP + 1 ? SP, AR

EF 0100000000 MEM(AR) ? DR

F0 0020800000 0 ? BR, N, Z

F1 80F3011010 if AC(0) = 0 then GOTO F3

F2 0020009021 BR + DR ? BR

F3 0001020001 SHL(DR) ? DR

F4 0010880010 ASR(AC) ? AC, N, Z умножение

F5 81F2011010 if AC(0) = 1 then GOTO F2

F6 81F8041040 if PS(Z) = 1 then GOTO F8

F7 80F3011010 if AC(0) = 0 then GOTO F3

F8 0088009208 ~0 + SP ? SP, AR

F9 0100000000 MEM(AR) ? DR

FA 0000801001 LTOL(DR) ? N, Z

FB 80FD041040 if PS(Z) = 0 then GOTO FD установка знака резуль-

FC 0020E09620 ~BR + 1 ? BR, N, Z, V, C тата и запись в AC

FD 0010E09020 BR ? AC, N, Z, V, C

FE 0088009408 SP + 1 ? SP, AR

FF 80C4101040 GOTO INT @ C4

**Код тестирующей программы на ассемблере**

[**Представлен в конце отчета**](#_Код_тестирующей_программы)

**Методика проверки**

1. Загрузить тестовую программу в память базовой ЭВМ.
2. Запустить основную программу с адреса 0x11 в режиме работа.
3. Дождаться останова.
4. Проверить значение ячейки памяти RES с номером 0, если значение 0x0001 – все тесты выполнены успешно.

**Комментарии к методике**

* Для проверки используется три пары значений: FFFF и FFFF, 0012 и FF91, 0004 и 0003
* Данные значения показывают правильную работу программы с отрицательными, нулевыми и положительными числами.
* В ячейках Т[i]RES записываются соответствующие результаты произведения тестовой программы i-го теста. Аналогично, Т[i]MUL записывается результат произведения синтезированной микропрограммы.
* Результат каждого теста записывается в соответствующую ячейку T[i], значение 0x0001 означает успешное выполнение.
* При успешном выполнении всех тестов значение RES станет 0x0001, иначе 0x0000
* Микропрограмма и тестовая программа перемножают только младшие байты чисел

Сопоставление полученного и теоретического результата

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ячейка с результатом** | | **Первое число** | **Второе число** | **Теоретический результат** | **Полученный результат** |
| T1MUL | 0x401 | FF | FF | 0001 | 0001 |
| T2MUL | 0x402 | 12 | 91 | F832 | F832 |
| T3MUL | 0x403 | 4 | 3 | 000C | 000C |

**\*все числа в 16-ричной системе счисления**

**Таблица трассировки микропрограммы**

Умножение 4 на 3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Адр** | **МК** | **IP** | **CR** | **AR** | **DR** | **SP** | **BR** | **AC** | **NZVC** | **СчМК** |
| E0 | 0088009208 | 004 | 9001 | 7FF | 0003 | 7FF | 0003 | 0004 | 0000 | E1 |
| E1 | 0020001400 | 004 | 9001 | 7FF | 0003 | 7FF | 0001 | 0004 | 0000 | E2 |
| E2 | 0010C11010 | 004 | 9001 | 7FF | 0003 | 7FF | 0001 | 0004 | 0000 | E3 |
| E3 | 80E6081040 | 004 | 9001 | 7FF | 0003 | 7FF | 0001 | 0004 | 0000 | E6 |
| E6 | 0001811001 | 004 | 9001 | 7FF | 0003 | 7FF | 0001 | 0004 | 0000 | E7 |
| E7 | 80EA801001 | 004 | 9001 | 7FF | 0003 | 7FF | 0001 | 0004 | 0000 | EA |
| EA | 0200000000 | 004 | 9001 | 7FF | 0003 | 7FF | 0001 | 0004 | 0000 | EB |
| EB | 0088009208 | 004 | 9001 | 7FE | 0003 | 7FE | 0001 | 0004 | 0000 | EC |
| EC | 0001009020 | 004 | 9001 | 7FE | 0001 | 7FE | 0001 | 0004 | 0000 | ED |
| ED | 0200000000 | 004 | 9001 | 7FE | 0001 | 7FE | 0001 | 0004 | 0000 | EE |
| EE | 0088009408 | 004 | 9001 | 7FF | 0001 | 7FF | 0001 | 0004 | 0000 | EF |
| EF | 0100000000 | 004 | 9001 | 7FF | 0003 | 7FF | 0001 | 0004 | 0000 | F0 |
| F0 | 0020800000 | 004 | 9001 | 7FF | 0003 | 7FF | 0000 | 0004 | 0100 | F1 |
| F1 | 80F3011010 | 004 | 9001 | 7FF | 0003 | 7FF | 0000 | 0004 | 0100 | F3 |
| F3 | 0001020001 | 004 | 9001 | 7FF | 0006 | 7FF | 0000 | 0004 | 0100 | F4 |
| F4 | 0010880010 | 004 | 9001 | 7FF | 0006 | 7FF | 0000 | 0002 | 0000 | F5 |
| F5 | 81F2011010 | 004 | 9001 | 7FF | 0006 | 7FF | 0000 | 0002 | 0000 | F6 |
| F6 | 81F8041040 | 004 | 9001 | 7FF | 0006 | 7FF | 0000 | 0002 | 0000 | F7 |
| F7 | 80F3011010 | 004 | 9001 | 7FF | 0006 | 7FF | 0000 | 0002 | 0000 | F3 |
| F3 | 0001020001 | 004 | 9001 | 7FF | 000C | 7FF | 0000 | 0002 | 0000 | F4 |
| F4 | 0010880010 | 004 | 9001 | 7FF | 000C | 7FF | 0000 | 0001 | 0000 | F5 |
| F5 | 81F2011010 | 004 | 9001 | 7FF | 000C | 7FF | 0000 | 0001 | 0000 | F2 |
| F2 | 0020009021 | 004 | 9001 | 7FF | 000C | 7FF | 000C | 0001 | 0000 | F3 |
| F3 | 0001020001 | 004 | 9001 | 7FF | 0018 | 7FF | 000C | 0001 | 0000 | F4 |
| F4 | 0010880010 | 004 | 9001 | 7FF | 0018 | 7FF | 000C | 0000 | 0100 | F5 |
| F5 | 81F2011010 | 004 | 9001 | 7FF | 0018 | 7FF | 000C | 0000 | 0100 | F6 |
| F6 | 81F8041040 | 004 | 9001 | 7FF | 0018 | 7FF | 000C | 0000 | 0100 | F8 |
| F8 | 0088009208 | 004 | 9001 | 7FE | 0018 | 7FE | 000C | 0000 | 0100 | F9 |
| F9 | 0100000000 | 004 | 9001 | 7FE | 0001 | 7FE | 000C | 0000 | 0100 | FA |
| FA | 0000801001 | 004 | 9001 | 7FE | 0001 | 7FE | 000C | 0000 | 0000 | FB |
| FB | 80FD041040 | 004 | 9001 | 7FE | 0001 | 7FE | 000C | 0000 | 0000 | FD |
| FD | 0010E09020 | 004 | 9001 | 7FE | 0001 | 7FE | 000C | 000C | 0000 | FE |
| FE | 0088009408 | 004 | 9001 | 7FF | 0001 | 7FF | 000C | 000C | 0000 | FF |
| FF | 80C4101040 | 004 | 9001 | 7FF | 0001 | 7FF | 000C | 000C | 0000 | C4 |

## **Код тестирующей программы на ассемблере**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Метка** | **Комманда** | | **Комментарий** |
|  | ORG | 0x000 |  |
| RES: | WORD | 0x0 | Результат тестирования (boolean) |
| T1: | WORD | 0x0 | Результат 1 теста (boolean) |
| T1MUL: | WORD | 0x0 | Результат умножения тестовой программы |
| T1RES: | WORD | 0x0 | Результат умножения синтезированной микропрограммы |
| T2: | WORD | 0x0 | Результат 2 теста (boolean) |
| T2MUL: | WORD | 0x0 | Результат умножения тестовой программы |
| T2RES: | WORD | 0x0 | Результат умножения синтезированной микропрограммы |
| T3: | WORD | 0x0 | Результат 3 теста (boolean) |
| T3MUL: | WORD | 0x0 | Результат умножения тестовой программы |
| T3RES: | WORD | 0x0 | Результат умножения синтезированной микропрограммы |
| A1: | WORD | 0xFF | Числа для 1 теста |
| B1: | WORD | 0xFF |
| A2: | WORD | 0x12 | Числа для 2 теста |
| B2: | WORD | 0x91 |
| A3: | WORD | 0x4 | Числа для 3 теста |
| B3: | WORD | 0x3 |
| ISNEGRES: | WORD | 0x0 | Знак результата произведения |
|  |  |  |  |
| START: | CLA |  | Перемножение чисел А1 и B1 (первого теста) тестовой программой.          Очистка стека после перемножения |
|  | PUSH |  |
|  | LD | A1 |
|  | SXTB |  |
|  | PUSH |  |
|  | LD | B1 |
|  | SXTB |  |
|  | PUSH |  |
|  | CALL | MUL |
|  | ST | T1RES |
|  | POP |  |
|  | POP |  |
|  | POP |  |
|  | CLA |  | Перемножение чисел А2 и B2 (второго теста) тестовой программой. |
|  | ST | ISNEGRES |
|  | PUSH |  |
|  | LD | A2 |
|  | SXTB |  |
|  | PUSH |  |
|  | LD | B2 |
|  | SXTB |  |
|  | PUSH |  |
|  | CALL | MUL |
|  | ST | T2RES |
|  | POP |  |
|  | POP |  |
|  | POP |  |
|  | CLA |  | Перемножение чисел А3 и B3 (третьего теста) тестовой программой. |
|  | ST | ISNEGRES |
|  | PUSH |  |
|  | LD | A3 |
|  | SXTB |  |
|  | PUSH |  |
|  | LD | B3 |
|  | SXTB |  |
|  | PUSH |  |
|  | CALL | MUL |
|  | ST | T3RES |
|  | POP |  |
|  | POP |  |
|  | POP |  |
|  | LD | A1 | Перемножение чисел 1 теста синтезированной микропрограммой и сохранение результата |
|  | WORD | 0x900B |
|  | ST | T1MUL |
|  | CMP | T1RES | Сравнение результата микропрограммы с результатом тестовой программы (1 тест) |
|  | BEQ | T1TRUE |
|  | CLA |  |
|  | ST | T1 |
|  | JUMP | NEXTTEST2 |
| T1TRUE: | CLA |  |
|  | INC |  |
|  | ST | T1 |
| NEXTTEST2: | POP |  |  |
|  | LD | A2 | Перемножение чисел 2 теста синтезированной микропрограммой и сохранение результата |
|  | WORD | 0x900D |
|  | ST | T2MUL |
|  | CMP | T2RES | Сравнение результата микропрограммы с результатом тестовой программы (2 тест) |
|  | BEQ | T2TRUE |
|  | CLA |  |
|  | ST | T2 |
|  | JUMP | NEXTTEST3 |
| T2TRUE: | CLA |  |
|  | INC |  |
|  | ST | T2 |
| NEXTTEST3: | POP |  |  |
|  | LD | A3 | Перемножение чисел 3 теста синтезированной микропрограммой и сохранение результата |
|  | WORD | 0x900F |
|  | ST | T3MUL |
|  | CMP | T3RES | Сравнение результата микропрограммы с результатом тестовой программы (3 тест) |
|  | BEQ | T3TRUE |
|  | CLA |  |
|  | ST | T3 |
|  | JUMP | EOP |
| T3TRUE: | CLA |  |
|  | INC |  |
|  | ST | T3 |
| EOP: | POP |  |  |
|  | LD | T1 | Логическое умножение результатов всех тестов и запись итогового результата тестирования |
|  | AND | T2 |
|  | AND | T3 |
|  | ST | RES |
|  | HLT |  |  |
| MUL: | LD | 07FD | Проверка знаков множителей и определение знака произведения |
|  | CALL | ISNEG |
|  | LD | 07FE |
|  | CALL | ISNEG |
|  | LD | 07FD |
|  | CALL | ABS | Приведение чисел к требуемому виду (необходимо для получения корректного произведения) |
|  | INC |  |
|  | ST | 07FD |
|  | LD | 07FE |
|  | CALL | ABS |
|  | ST | 07FE |
| M: | LOOP | 07FD | Цикл сложения чисел при умножении |
|  | JUMP | WHILE |
| ENDLN: | LD | ISNEGRES | Выставление знака произведения и возврат из подпрограммы |
|  | BEQ | EXIT |
|  | LD | 07FF |
|  | NEG |  |
|  | ST | 07FF |
| EXIT: | LD | 07FF |
|  | RET |  |
| WHILE: | LD | 07FF | Цикл сложения чисел при умножении |
|  | ADD | 07FE |
|  | ST | 07FF |
|  | JUMP | M |
| ISNEG: | BMI | ISTR | Проверка знака множителя, для выставления знака произведения |
|  | RET |  |
| ISTR: | LD | ISNEGRES |
|  | BEQ | FLAGTRUE |
|  | CLA |  |
|  | ST | ISNEGRES |
|  | RET |  |
| FLAGTRUE: | INC |  |
|  | ST | ISNEGRES |
|  | RET |  |
|  |  |  |  |
| ABS: | BMI | ABS1 | f(x) = |x| |
|  | RET |  |
| ABS1: | NEG |  |
|  | RET |  |
|  |  |  |  |