МИНИСТРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(ФГАОУ ВО «Московский Политех»)

Факультет: «Машиностроение»

Кафедра: «Автоматика и управление»

Дисциплина: «Микропроцессорные системы управления»

Курсовая работа

Тема: «Работа с массивами и числами со знаками на Intel 8086»

**Группа** 201-251

**Выполнил:**

Зарубин Илья Александрович

**Проверил:**

Палагута Константин Алексеевич

Москва 2023

**Оглавление**

[1 Формулировка задания 3](#_Toc129904850)

[2 Теоретическая часть 4](#_Toc129904851)

[3 Выполнение задания 7](#_Toc129904852)

[3.1 Описание программы блок-схемы 7](#_Toc129904853)

[3.2 Результаты проверки программы 9](#_Toc129904854)

[Заключение 10](#_Toc129904855)

[Список использованных источников и литературы 11](#_Toc129904856)

[Приложение 1 12](#_Toc129904857)

# 1 Формулировка задания

**Цель курсовой работы:** научиться работать с массивами и обрабатывать числа со знаком на микроконтроллере Intel 8086 и выполнить задание.

**Формулировка задания:** для массива из 12 16-разрядных чисел со знаком разработать блок-схему алгоритма, программу на языке ассемблера и в машинных кодах микропроцессора К1810ВМ86, которая сортирует массив слов на четные и нечетные. Также требуется:

* расположить четные числа в порядке убывания модуля,
* расположить нечетные числа в порядке возрастания модуля,
* рассчитывает среднее арифметическое всех чисел, кратных 3.

# 2 Теоретическая часть

Для выполнения задания, необходимо было изучить и использовать команды приведенный в таблице 1.

Таблица 2.1. Команды, которые использовались при выполнении задания

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Мнемокод** | **Команда** | **Что она делает** |
| MOV opr1, opr2 | Пересылка | Копирует opr2 в opr1 |
| XCHG opr1, opr2 | Перестановка операндов | opr1, opr2 = opr2, opr1 |
| ADD opr1, opr2 | Сложение | opr1 = opr1 + opr2 |
| SUB opr1, opr2 | Вычитание | opr1 = opr1 – opr2 |
| INC opr1 | Инкремент | opr1 = opr1 + 1 |
| DEC opr1 | Декремент | opr1 = opr1 - 1 |
| NEG opr1 | Отрицание | Меняет знак у opr1 |
| IDIV opr1 | Деление со знаком | Если opr1 – байт:  AL = AX / opr1  AH = остаток  Если opr1 – слово:  AX = (DX AX) / операнд  DX = остаток |
| CMP opr1, opr2 | Сравнение | opr1 – opr2  Результат никуда не записывается.  Флаги устанавливаются (OF, SF, ZF, AF, PF, CF) в соответствии с результатом. |
| TEST opr1, opr2 | Логическое И между всеми битами двух операндов | Не изменяет результирующий операнд, а влияет только на флаги. Задействованы следующие флаги: ZF, SF, PF. |
| JNZ label | Переход если не ноль | Если ZF=0, то выполняется переход по метке label |
| JZ label | Переход по ноль | Если ZF=1, то выполняется переход по метке label |
| JGE label | Короткий переход, если первый операнд больше или равен второму | Если SF=OF, то выполняется переход по метке label |
| JE label | Переход если первый операнд равен второму | Если ZF=1, то выполняется переход по метке label |
| JMP label | Безусловный переход | Выполнить переход в любом случае |
| JNB label | Переход если первый операнд не меньше второго операнда. Беззнаковый. | Если CF = 0, то выполняется переход по метке label |
| JNA label | Переход если первый операнд не больше второго операнда. Беззнаковый. | Если (CF = 1 OR ZF = 1), то выполняется переход по метке label |
| LOOP label | Переход если CX<>0 | CX=CX-1  Если CX<>0, то выполняется переход по метке label |
| JCXZ label | Переход если CX=0 | Если CX=0, то выполняется переход по метке label |

Для сортировки массивов я использовал алгоритм сортировки пузырьком.

Основная идея алгоритма сортировки пузырьком – последовательно сравнивать значение соседних элементов и менять их местами, если предыдущий элемент больше последующего. Таким образом, наибольший оказывается в конце массива, а наименьший в начале. Сортировка заключается в том, чтобы за каждый проход последовательно сравнивать соседние элементы. Если предыдущий элемент больше последующего, то происходит обмен значения элемента. При каждом проходе алгоритма по внутреннему циклу, очередной наибольший элемент массива ставится на свое место в конце неотсортированной части массива рядом с предыдущим наибольшим элементов, а наименьший на одну позицию к началу массива. Если после прохода по внутреннему циклу не было ни одной перестановки, это значит, что массив отсортирован.

Также этот алгоритм можно использовать не только для сортировки чисел по возрастанию, но и по убыванию тоже.

Блок-схема алгоритма сортировки пузырьком чисел по возрастанию представлена на рис. 2.1.



Рис. 2.1. Блок-схема алгоритма сортировки пузырьком

# 3 Выполнение задания

**Параметры программы**

* [0x0292] - с этой ячейки начинается исходный массив чисел.
* [0x0010] – с этой ячейки начинается массив четных чисел.
* [0x0030] – с этой ячейки начинается массив нечетных чисел.
* [0x0050] – с этой ячейки начинается массив чисел кратных 3.
* [0x0080] – ячейка для записи среднего арифметического всех чисел кратных 3.
* [0x0082] – ячейка для записи остатка среднего арифметического всех чисел кратных 3.

## 3.1 Описание программы блок-схемы

Описание программы блок-схемы, представленной на рис. 3.1.

1. Инициализация всех перемен и регистров.
2. Проход по массиву, распределением чисел в два массива по четности. Проверка числа на кратность 3, запись этого числа в массив кратных 3.
3. Сортировка нечетного массива по убыванию, брав число с модулем.
4. Сортировка четного массива по возрастанию, брав число с модулем.
5. Проход по массиву, деля каждое число из массива кратных 3 на количество элементов массива и суммируя частное и остаток в две ячейки памяти.
6. Разделить ячейку с остатком на его количество и прибавить результат деление остатка в ячейку с частным, а результат остатка после деление записать в ячейку с остатком.



Рис. 3.1. Блок-схема программы

## 3.2 Результаты проверки программы

Результаты теста программы №1 приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1. Тест программы с набором №1

|  |  |
| --- | --- |
| Входные значения | 04D2, 162E, 2334, 0D80, E12E, F6D7, 1538, 2694, 10E1, 223D, F7C3, E58B |
| Итоговый четный массив в порядке убывания модуля | 2694, 2334, E12E, 162E, 1538, 0D80, 04D2 |
| Итоговый нечетный массив в порядке возрастания модуля | F7C3, F6D7, 10E1, E58B, 223D |
| Среднее арифметическое всех чисел, кратных 3 | 09A5 |

Результаты теста программы №2 приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2. Тест программы с набором №2

|  |  |
| --- | --- |
| Входные значения | DDDD, BCDA, BCDF, 12A3, 574F, 0000, 1357, 8888, 1337, 4488, 228C, DEF1 |
| Итоговый четный массив в порядке убывания модуля | 8888, 4488, BCDA, 228C, 0000 |
| Итоговый нечетный массив в порядке возрастания модуля | 12A3, 1337, 1357, DEF1, DDDD, BCDF, 574F |
| Среднее арифметическое всех чисел, кратных 3 | FACA |

Результаты теста программы №3 приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3. Тест программы с набором №3

|  |  |
| --- | --- |
| Входные значения | FFFF, 0000, 8000, 0001, 4000, C000, F000, 0FFF, 8FFF, 8765, 1122, FFFF |
| Итоговый четный массив в порядке убывания модуля | 8000, C000, 4000, 1122, F000, 0000 |
| Итоговый нечетный массив в порядке возрастания модуля | FFFF, FFFF, 0001, 0FFF, 8FFF, 8765 |
| Среднее арифметическое всех чисел, кратных 3 | 0B0B |

Результаты теста программы №4 приведены в таблице 3.4.

Таблица 3.4. Тест программы с набором №4

|  |  |
| --- | --- |
| Входные значения | FFFF, 0000, 8001, 0001, 40C3, C000, F000, 0FFF, 8FCF, 8765, 1122, FFFF |
| Итоговый четный массив в порядке убывания модуля | C000, 1122, F000, 0000 |
| Итоговый нечетный массив в порядке возрастания модуля | FFFF, 0001, FFFF, 0FFF, 40C3, 8FCF, 8765, 8001 |
| Среднее арифметическое всех чисел, кратных 3 | 0B0B |

Результаты теста программы №5 приведены в таблице 3.5.

Таблица 3.5. Тест программы с набором №5

|  |  |
| --- | --- |
| Входные значения | 0002, 0002, 0002, 0002, 0002, 0002, 0002, 0002, 0002, 0002, 0002, 0002 |
| Итоговый четный массив в порядке убывания модуля | 0002, 0002, 0002, 0002, 0002, 0002, 0002, 0002, 0002, 0002, 0002, 0002 |
| Итоговый нечетный массив в порядке возрастания модуля | - |
| Среднее арифметическое всех чисел, кратных 3 | - |

Результаты теста программы №6 приведены в таблице 3.6.

Таблица 3.6. Тест программы с набором №6

|  |  |
| --- | --- |
| Входные значения | 0000, 0003, 0002, 0002, 0002, 0002, 0002, 0002, 0002, 0002, 0002, 0002 |
| Итоговый четный массив в порядке убывания модуля | 0002, 0002, 0002, 0002, 0002, 0002, 0002, 0002, 0002, 0002, 0000 |
| Итоговый нечетный массив в порядке возрастания модуля | 0003 |
| Среднее арифметическое всех чисел, кратных 3 | 0001 |
| Остаток среднего арифметического всех чисел, кратных 3 | 0001 |

# 

# Заключение

Выполняя данную курсовую работу, я научился работать с массивами, научился выполнять операции над числами со знаком, проверять четность чисел, сортировать числа по модулю, проверять делимость числа на 3.

# Список использованных источников и литературы

1. Полный набор команд процессора 8086. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.avprog.narod.ru/progs/emu8086/8086_instruction_set.html>.
2. Роберт Седжвик. Алгоритмы на C++. - Москва: Издательский дом «Вильямс», 2016
3. К. А. Палагута. Микропроцессор INTEL 8086 (K1810BM86) и его программирование. – Москва: МГИУ, 2007.

# Приложение 1

**Листинг программы**

ORG 100h

;array DW 004D2h, 0162Eh, 02334h, 00D80h, 0E12Eh, 0F6D7h, 01538h, 02694h, 010E1h, 0223Dh, 0F7C3h, 0E58Bh

;array DW 0DDDDh, 0BCDAh, 0BCDFh, 012A3h, 0574Fh, 00000h, 01357h, 08888h, 01337h, 04488h, 0228Ch, 0DEF1h

;array DW 0FFFFh, 00000h, 08000h, 00001h, 04000h, 0C000h, 0F000h, 00FFFh, 08FFFh, 08765h, 01122h, 0FFFFh

;array DW 07FFBh, 07FFBh, 07FFBh, 07FFBh, 07FFBh, 07FFBh, 07FFBh, 07FFBh, 07FFBh, 07FFBh, 07FFBh, 07FFBh

;[0x0010] - с этой ячейки начинается массив четных чисел.

;[0x0030] - с этой ячейки начинается массив нечетных чисел.

;[0x0050] - с этой ячейки начинается массив чисел кратных 3.

;[0x0080] - ячейка для записи среднего арифметического всех чисел кратных 3.

;[0x0082] - ячейка для записи остатка среднего арифметиче-ского всех чисел кратных 3.

count\_even DW 0

addres\_array\_even DW 00010h

index\_array\_even DW 0

count\_odd DW 0

addres\_array\_odd DW 00030h

index\_arrar\_odd DW 0

count\_value\_3 DW 0

addres\_avg\_value DW 00080h

addres\_array\_avg\_value\_3 DW 00050h

index\_array\_avg\_value\_3 DW 0

start:

MOV SI, 0

MOV BP, 0

MOV CX, 12

MOV BX, 3

OUTPUT:

MOV AX, array[SI]

MOV DX, 0

TEST AX, 08000h

JZ NO\_NEGATIVE\_AX

MOV DX, 0FFFFh

NO\_NEGATIVE\_AX:

IDIV BX

CMP DX, 0

JNE NO\_IDIV3

INC [count\_value\_3]

MOV AX, array[SI]

MOV BP, [addres\_array\_avg\_value\_3]

MOV DI, [index\_array\_avg\_value\_3]

MOV [BP+DI], AX

ADD [index\_array\_avg\_value\_3], 2

NO\_IDIV3:

MOV AX, array[SI]

TEST AX, 1

JNZ NUMBER\_ODD

JZ NUMBER\_EVEN

NUMBER\_ODD:

MOV DI, [index\_arrar\_odd]

MOV BP, [addres\_array\_odd]

MOV [BP+DI], AX

ADD SI, 2

INC [count\_odd]

ADD [index\_arrar\_odd], 2

LOOP OUTPUT

JCXZ NEXT\_ARRAY\_SORT

NUMBER\_EVEN:

MOV DI, [index\_array\_even]

MOV BP, [addres\_array\_even]

MOV [BP+DI], AX

ADD SI, 2

INC [count\_even]

ADD [index\_array\_even], 2

LOOP OUTPUT

JCXZ NEXT\_ARRAY\_SORT

NEXT\_ARRAY\_SORT:

; ===============================

; SORT ARRAY ODD

; ===============================

MOV AX, [count\_odd]

CMP AX, 0

JE EXIT\_SORT\_ODD

MOV [00001h], AX

DEC [00001h]

MOV BX, 0

MOV BP, [addres\_array\_odd]

LOOOP\_START\_ODD:

CMP BX, [00001h]

JGE EXIT\_SORT\_ODD

MOV CX, [00001h]

SUB CX, BX

MOV SI, 0

MOV DX, 0

MOV DI, 0

LOOP\_SORT\_ODD:

MOV DI, [BP+SI+2]

TEST DI, 08000h

JZ NO\_NEGATIVE\_WORD2\_ODD

NEG DI

NO\_NEGATIVE\_WORD2\_ODD:

MOV AX, [BP+SI]

TEST AX, 08000h

JZ NO\_NEGATIVE\_WORD1\_ODD

NEG AX

NO\_NEGATIVE\_WORD1\_ODD:

CMP AX, DI

JNA NO\_SWAP\_ODD

MOV AX, [BP+SI]

XCHG AX, [BP+SI+2]

MOV [BP+SI], AX

MOV DX, 1

NO\_SWAP\_ODD:

ADD SI, 2

LOOP LOOP\_SORT\_ODD

INC BX

CMP DX, 0

JE EXIT\_SORT\_ODD

JMP LOOOP\_START\_ODD

EXIT\_SORT\_ODD:

; ===============================

; SORT ARRAY EVEN

; ===============================

MOV AX, [count\_even]

CMP AX, 0

JE EXIT\_SORT\_EVEN

MOV [00001h], AX

DEC [00001h]

MOV BX, 0

MOV BP, [addres\_array\_even]

LOOOP\_START\_EVEN:

CMP BX, [00001h]

JGE EXIT\_SORT\_EVEN

MOV CX, [00001h]

SUB CX, BX

MOV SI, 0

MOV DX, 0

LOOP\_SORT\_EVEN:

MOV DI, [BP+SI+2]

TEST DI, 08000h

JZ NO\_NEGATIVE\_WORD2\_EVEN

NEG DI

NO\_NEGATIVE\_WORD2\_EVEN:

MOV AX, [BP+SI]

TEST AX, 08000h

JZ NO\_NEGATIVE\_WORD1\_EVEN

NEG AX

NO\_NEGATIVE\_WORD1\_EVEN:

CMP AX, DI

JNB NO\_SWAP\_EVEN

MOV AX, [BP+SI]

XCHG AX, [BP+SI+2]

MOV [BP+SI], AX

MOV DX, 1

NO\_SWAP\_EVEN:

ADD SI, 2

LOOP LOOP\_SORT\_EVEN

INC BX

CMP DX, 0

JE EXIT\_SORT\_EVEN

JMP LOOOP\_START\_EVEN

EXIT\_SORT\_EVEN:

; ===============================

; AVG VALUE 3

; ===============================

MOV SI, 0

MOV BP, [addres\_array\_avg\_value\_3]

MOV DI, [addres\_avg\_value]

MOV CX, [count\_value\_3]

MOV BX, CX

MOV w. [DI], 00000h

MOV w. [DI+2], 00000h

CMP CX, 0

JE EXIT\_AVG\_VALUE

AVG\_ARRAY\_LOOP:

MOV AX, [BP + SI]

MOV DX, 0

TEST AX, 08000h

JZ NO\_NEGATIVE\_IDIV

MOV DX, 0FFFFh

NO\_NEGATIVE\_IDIV:

IDIV BX

ADD [DI], AX

ADD [DI+2], DX

ADD SI, 2

LOOP AVG\_ARRAY\_LOOP

MOV AX, [DI+2]

MOV DX, 0

TEST AX, 08000h

JZ NO\_NEGATIVE\_IDIV\_2

NEG AX

NO\_NEGATIVE\_IDIV\_2:

IDIV BX

TEST [DI], 08000h

JZ NO\_NEGATIVE\_IDIV\_3

NEG AX

NO\_NEGATIVE\_IDIV\_3:

ADD [DI], AX

MOV [DI+2], DX

EXIT\_AVG\_VALUE:

HLT

;array DW 0FFFFh, 00000h, 08001h, 00001h, 040C3h, 0C000h, 0F000h, 00FFFh, 08FCFh, 08765h, 01122h, 0FFFFh

array DW 00000h, 00003h, 00002h, 00002h, 00002h, 00002h, 00002h, 00002h, 00002h, 00002h, 00002h, 00002h

;array DW 00002h, 00002h, 00002h, 00002h, 00002h, 00002h, 00002h, 00002h, 00002h, 00002h, 00002h, 00002h

HLT