

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 23.06.2024 19:02:12
Уникальный программный ключ:
0b817ca911e6668abb15a50426d39e51fc11eabb73e9745d14a4851fda56d089

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования

«Юго-Западный государственный университет»

(ЮЗГУ)

Кафедра космического приборостроения и систем связи

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
О.Г. Локтионова

« 11 » 06 2024 г.



ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ МИКРО-ЭВМ ADUC 812/841 И СИСТЕМЫ НА ЕЕ ОСНОВЕ

Методические указания к лабораторным занятиям

Курск 2024

УДК 681.5

Составители О.Г. Бондарь, В.Н. Усенков

Кандидат технических наук, доцент кафедры космического приборостроения и систем связи *И.Г. Бабанин*

Исследование структуры микро-ЭВМ ADuC 812/841 и системы на ее основе : методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Промышленные контроллеры и встраиваемые микропроцессорные системы» /Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: О. Г. Бондарь, В. Н. Усенков. – Курск : ЮЗГУ, 2024. - 47 с.

Приводятся краткие сведения о микро-ЭВМ ADuC 812/841, системы на ее основе, указания по исследованию структуры микро-ЭВМ и варианты заданий. Указывается порядок выполнения лабораторных работ. Приводятся рекомендации по оформлению отчетов и контрольные вопросы.

Методические указания соответствуют требованиям программы, утвержденной учебно-методическим объединением по специальностям автоматике и электроники (УМО АЭ).

Предназначены для студентов направления подготовки бакалавров 11.03.03. Могут быть полезны обучающимся направления подготовки бакалавров 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи».

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 11.06.24. Формат 60×84 1/16.
Усл. печ. л. 2,73. Уч.-изд. л. 2,47. Тираж 100 экз. Заказ 523. Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

Содержание

1. Исследование структуры микро-ЭВМ ADuC 812/841 и работа с системой на ее основе	5
1.1 Цель работы.....	5
1.2 Объект исследования и основные технические данные	5
1.3 Подключение макета к ПЭВМ	6
1.4 Программное обеспечение стенда	6
1.5 Программа исследований.....	7
1.6 Контрольные вопросы.....	8
1.7 Содержание отчета	9
Приложение 1.1 Исходный текст демонстрационной программы	10
Приложение 1.2 Принципиальная схема лабораторного макета.	11
2. Программы многобайтовой арифметики для микро-ЭВМ ADuC.....	12
2.1. Цель работы.....	12
2.2. Методические указания	12
2.3 Порядок выполнения работы.....	13
2. 4 Контрольные вопросы.....	14
2.5 Содержание отчета	14
3 Управление таймерами микро-ЭВМ ADuC 841	15
3.1 Цель работы.....	15
3.2 Методические указания	15
3.3 Порядок выполнения работ	17
3.4 Контрольные вопросы.....	18
3.5 Содержание отчета	19
Приложение 3.1. Демонстрационная программа управления дополнительным средством таймирования	20
4 Работа с EEPROM микро-ЭВМ ADuC.....	23
4.1 Цель работы.....	23
4.2 Методические указания	23
3. Порядок выполнения работ	24
4.4 Контрольные вопросы.....	25
4.5 Содержание отчета	25
Приложение 4.1 Демонстрационная программа управления энергонезависимой памятью	26

5 Управление АЦП микро-ЭВМ ADuC	29
5.1 Цель работы.....	29
5.2 Методические указания	29
5.3 Порядок выполнения работ	31
5.4 Контрольные вопросы.....	31
5.5 Содержание отчета	32
Приложение 5.1 Демонстрационная программа управления АЦП	33
6 Управление ЦАП микро-ЭВМ ADuC	35
6.1 Цель работы.....	35
6.2 Методические указания	35
6.3 Порядок выполнения работ	36
6.4 Контрольные вопросы.....	37
6.5 Содержание отчета	38
Приложение 6.1 Демонстрационная программа управления ЦАП	39
7 Управление последовательным каналом микро-ЭВМ ADuC41	41
7.1 Цель работы.....	41
7.2 Методические указания	41
7.3 Порядок выполнения работ	42
7.4 Контрольные вопросы.....	42
7.5 Содержание отчета	43
Приложение 7.1 Демонстрационная программа управления последовательным асинхронным каналом.....	44
<u>8. Литература</u>	47

1. Исследование структуры микро-ЭВМ ADuC 812/841 и работа с системой на ее основе

1.1 Цель работы

Изучение возможностей заданной микро-ЭВМ и подготовка к выполнению практической эксплуатации системы, построенных на ее основе. Микро-ЭВМ далее может именоваться как «микроконтроллер» или « μ C».

1.2 Объект исследования и основные технические данные

ADUC812 - полностью интегрированная 12-битная система сбора данных, содержащая в одном кристалле высококачественный многоканальный АЦП с самокалибровкой, двойной ЦАП и программируемый 8 битный μ C (совместимый с 8051 системой команд).

Работа программируемого 8051 совместимого ядра обеспечивается за счет встроенных 8КБ Flash/EEPROM памяти программы, 640 байтной Flash/EEPROM памяти данных и 256 байтного ОЗУ (рисунок 1).

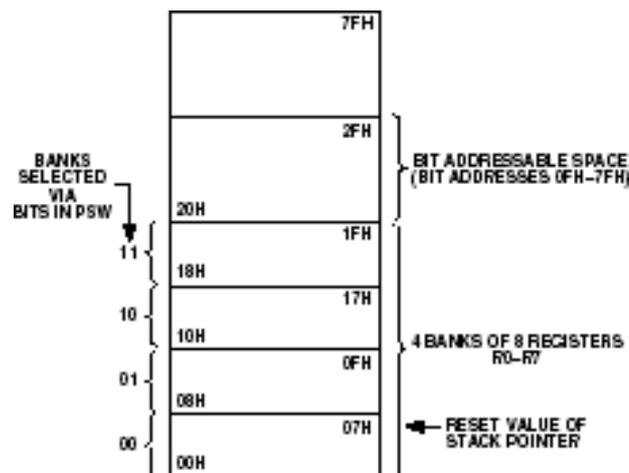


Figure 2. Lower 128 Bytes of Internal RAM

Рисунок 1 – Организация ОЗУ

Кроме того, μ C содержит сторожевой таймер, схему слежения за напряжением питания и DMA контроллер для передачи данных от

АЦП. Тридцать две программируемых линии ввода-вывода, I²C, SPI и UART - совместимые последовательные порты ввода- вывода позволяют реализовывать интерфейсы с μ P и различными приборами.

Нормальный режим, режим останова и режим отключения как ядра μ C, так и аналогового интерфейса позволяют снизить потребление прибора и использовать его в устройствах с автономным питанием. Прибор может работать от 3 В и 5 В источника питания, имеет промышленный рабочий температурный диапазон и выпускается в 52 выводных пластиковых QFP корпусах и в виде 52 выводных бескорпусных приборов.

1.3 Подключение макета к ПЭВМ

Работа со стендом начинается с ознакомления с описанием, составом, порядком включения и выключения питания и подключением к ПЭВМ.

Подробное описание макета приведено в [1]. Для физического соединения ПЭВМ и стенда требуется строгое соблюдение порядка:

- отключите питание ПЭВМ
- подсоедините к доступному разъему RS-232 (COM - port) кабель, входящий в состав макета
- подключите второй конец кабеля к соответствующему разъему на плате макета.
- убедитесь, что соединение выполнено правильно и надежно
- подключите блок питания макета к сети
- подключите штекер блока питания к макету
- подайте питание на ПЭВМ

1.4 Программное обеспечение стенда

- В состав программного обеспечения поддержки макета входят
- программы для загрузки программ в микроЭВМ,
 - пакет программ для разработки на языке ассемблера микроЭВМ

- пакет программ для разработки на языке С.

В процессе выполнения лабораторной работы необходимо:
изучить текст демонстрационной программы;
изучить аппаратные ресурсы микро-ЭВМ, задействованные в программе;
сформулировать признаки корректной работы программы при демонстрации;
откомпилировать исходный текст программы
создать исполнимый файл;

1.5 Программа исследований

- Загрузить демонстрационную программу для проверки работоспособности и функциональности стенда. Для выполнения этого этапа необходимо ознакомиться с описанием программы загрузки. Она существует в двух видах:
 - для ДОС
 - для ОС Windows
- После запуска загрузчика выполнить шаги для активизации встроенной программы связи по последовательному каналу с соответствием с рисунком 2
- С помощью загрузчика, после установления и подтверждения связи:
 - загрузить исполнимый файл в микро-ЭВМ;
 - запустить программу и убедиться в ее работоспособности.

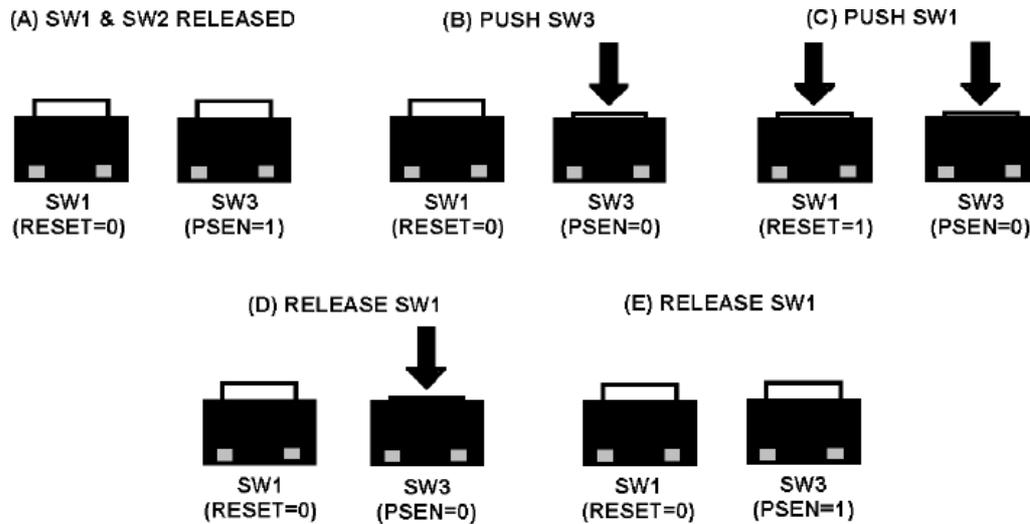


Рисунок 2 - Порядок управления переключателями в процессе соединения микро-ЭВМ и ПЭВМ

1.6 Контрольные вопросы

- перечислить и описать состав периферийного оборудования, находящегося на кристалле микро-ЭВМ
- перечислить и описать основные компоненты, установленные на печатной плате макета
- как осуществить загрузку программы, написанной для данной микро-ЭВМ, в ее память
- какие программные средства необходимы для написания программы на языке ассемблера микро-ЭВМ
- какие программные средства необходимы для подготовки загружаемого программного кода для микро-ЭВМ

1.7 Содержание отчета

Отчет должен содержать:

- титульный лист;
- цель исследований;
- структурную схему макетной установки;
- текст и описание демонстрационной программы, содержательные комментарии;
- скриншоты основных этапов загрузки программы;
- протокол исследования работоспособности демонстрационной программы.

Приложение 1.1 Исходный текст демонстрационной программы

```

;=====
;
; Author      : ADI - Apps
;
; Date       : 13 March 2003
;
; Filename   : DemoCode.asm
;
; Hardware   : ADuC8xx
;
; Description : Blinks LED continuously.
;              Pressing Int0 slows LED toggle rate each time
;              it is pressed.
;
;=====
$MOD52                ; Use 8052 predefined Symbols
;Definitions
LED1    EQU    P3.3    ; P3.3 is LED on ADuC814 eval boards
LED2    EQU    P3.4    ; P3.4 is LED on all other ADuC8xx eval boards
FLAG    BIT    00H     ; define Flag variable

CSEG                ; Defines the following as a segment of code
ORG     0000H       ; Load Code at '00H'

                JMP    MAIN        ; Jump to MAIN
;=====
;INT0 ISR (Interrupt Service Routine)
ORG 0003h          ;
                INC    A            ; Increment Acc
                RETI             ; Return from Interrupt
;=====
ORG 060h           ; Start MAIN outside ISR space
MAIN:              ; (main program)
                SETB   IT0         ; INT0 edge triggered
                SETB   EA         ; enable interrupts
                SETB   EX0        ; enable INT0

                CLR    FLAG        ; Clear Bit defined as FLAG

                MOV    A,#01H      ; Initialize A to 1
BLINK:            CPL    LED1      ; blink LED1 using compliment instruction
                CPL    LED2      ; blink LED2
                CALL   DELAY       ; Jump to subroutine DELAY
                JNB    FLAG,BLINK  ; If FLAG is still cleared the jump to Blink
;-----
DELAY:
                MOV    R0,A        ; Acc holds delay variable
DLY0:            MOV    R1,#019h   ; Set up delay loop0
DLY1:            MOV    R2,#0FEh   ; Set up delay loop1
                DJNZ   R2,$        ; Dec R2 & Jump here until R2 is 0
                DJNZ   R1,DLY1     ; Dec R1 & Jump DLY1 until R1 is 0
                DJNZ   R0,DLY0     ; Dec R0 & Jump DLY0 until R0 is 0
                RET                ; Return from subroutine
;=====
END

```


2. Программы многобайтовой арифметики для микро-ЭВМ ADuC

2.1 Цель работы

Получение практических навыков разработки программ для микро-ЭВМ на языке ассемблера.

2.2 Методические указания

Совместимость системы команд и базовой архитектуры ядра микро-ЭВМ с широко известными микро-ЭВМ семейства intel MSC-51 позволяет использовать различные пакеты программ для трансляции и отладки. Существует достаточное количество литературы, посвященной этому вопросу.

При написании программы следует уточнить у преподавателя:

- количество байтов в операндах;
- выполняемую арифметическую функцию.

По умолчанию предполагается сложение двоичных операндов длиной 3 байта. Операнды рекомендуется располагать упорядоченно в регистровой памяти микро-ЭВМ, предусматривая возможное увеличение разрядности.

Достаточный объем памяти данных позволяет выделить отдельные блоки для хранения каждого операнда и результата.

Демонстрационные примеры (один – два варианта различных операндов) должны предусматривать ситуации межбайтового переноса и переполнение разрядной сетки.

При возможности, целесообразно реализовать интерфейсную часть программы, позволяющую задавать операнды с клавиатуры и получать результат на экране монитора. С этой целью рекомендуется обеспечить обмен данными между микро-ЭВМ и ПЭВМ по последовательному каналу. На ПЭВМ при этом возможно использование любой программы обмена,

существующей в рамках ОС (например, Гипертерминал для Windows).

В альтернативных, более простых вариантах, допускается:

- операнды загружать вместе с программой, а результат выдавать в последовательный канал;
- считывать содержимое областей, хранящих результат, после запуска программы.

Программы для ассемблирования, создания исполнимого кода и прочие доступны на сервере кафедры.

2.3 Порядок выполнения работы

- Разработать алгоритм сложения(вычитания) многобайтовых чисел
- Проработать структуру хранения данных
- Написать программу на языке ассемблера, реализующую алгоритм
- Оттранслировать программу с помощью кросс (макро)ассемблера ASEM или аналогичного
- Создать файл с исполнимым кодом программы (например, программой hexubin)
- Загрузить программы для проверки работоспособности и функциональности макета
- После запуска загрузчика выполните шаги для активизации встроенной программы связи по последовательному каналу в соответствии с рисунком 2
- С помощью загрузчика, после установления и подтверждения связи, необходимо:
 - загрузить исполнимый файл в микро-ЭВМ
 - запустить программу и убедиться в ее работоспособности.

2.4 Контрольные вопросы

- как осуществить загрузку программы, написанной для данной микро-ЭВМ, в ее память
- какие программные средства необходимы для написания программы на языке ассемблера микро-ЭВМ
- какие программные средства необходимы для подготовки загружаемого программного кода для микро-ЭВМ
- как осуществить сложение операндов в формате BCD
- какие виды адресации позволяют реализовать сложение операндов в цикле.

2.5 Содержание отчета

Отчет о лабораторной работе должен содержать:

- титульный лист;
- цель исследований;
- структурную схему макетной установки;
- текст и описание программы, содержательные комментарии;
- скриншоты основных этапов выполнения программы;
- протокол исследования работоспособности демонстрационной программы.

3 Управление таймерами микро-ЭВМ ADuC 841

3.1 Цель работы

Получение практических навыков управления таймерами-счетчиками микро-ЭВМ при написании программ на языке ассемблера.

3.2 Методические указания

Микро-ЭВМ содержит как стандартные для ядра MCS-51 таймеры счетчики 0/1/2, так и дополнительные средства таймирования [1].

В лабораторной работе допускается выбрать любой из стандартных таймеров для исследования.

Текст демонстрационной программы для формирования длительных временных интервалов приведен в приложении 3.1.

При управлении таймером 0 необходимо ознакомиться с его структурой (рисунок 4) и форматами управляющих слов [1]

13-битовый таймер/счетчик:

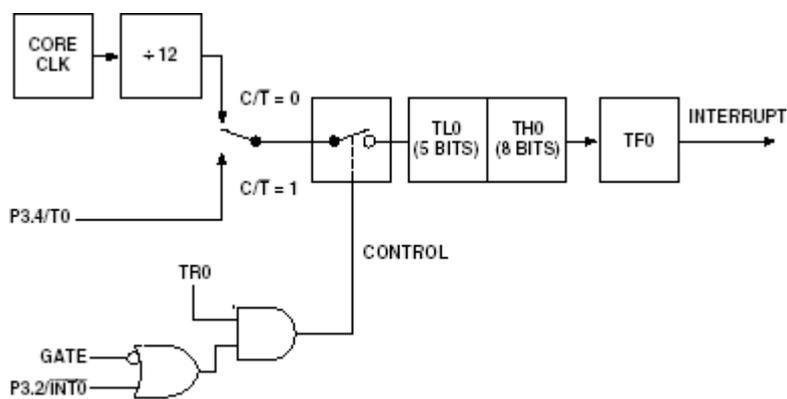


Figure 45. Timer/Counter 0, Mode 0

Рисунок 4 - Коммутация сигналов таймера/счетчика 0 в режиме 0

16-битовый таймер/счетчик:

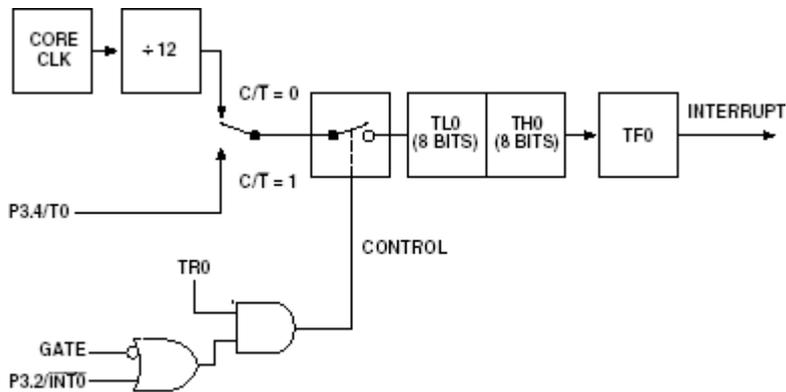


Figure 46. Timer/Counter 0, Mode 1

Рисунок 5 - Коммутация сигналов таймера/счетчика 0 в режиме 1

8-битовый таймер-счетчик с автозагрузкой:

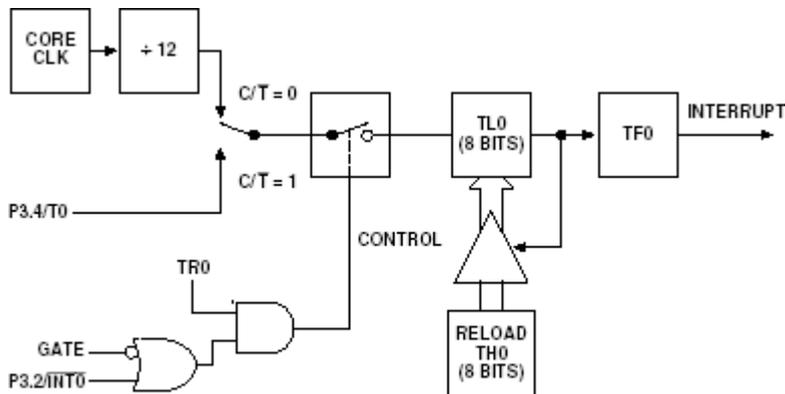


Figure 47. Timer/Counter 0, Mode 2

Рисунок 6 - Коммутация сигналов таймера/счетчика 0 в режиме 2

Два отдельных 16-битовых таймера/счетчика:

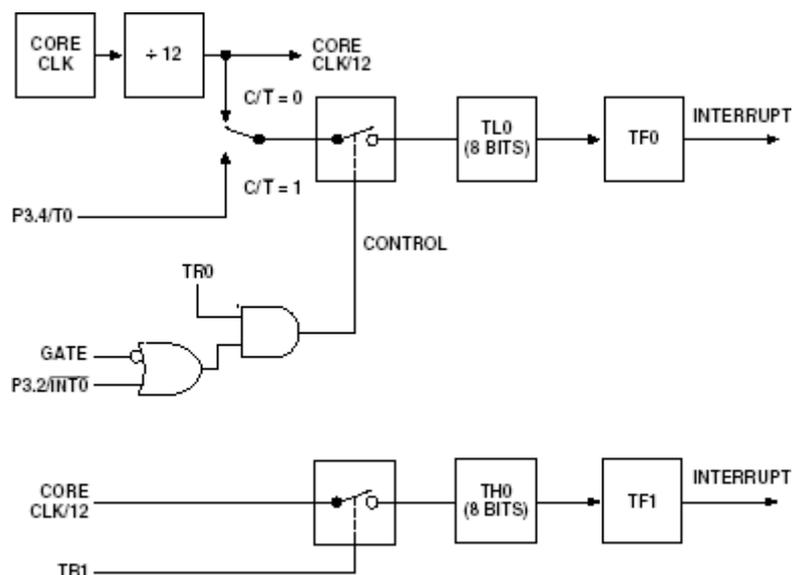


Figure 48. Timer/Counter 0, Mode 3

Рисунок 7 - Коммутация сигналов таймера/счетчика 0 в режиме 3.

При возможности, целесообразно реализовать интерфейсную часть программы, позволяющую задавать параметры работы с клавиатуры и получать результат на экране монитора. С этой целью рекомендуется обеспечить обмен данными между микро-ЭВМ и ПЭВМ по последовательному каналу. На ПЭВМ при этом возможно использование любой программы обмена, существующей в рамках ОС (например, Гипертерминал для Windows).

В альтернативных, более простом вариантах, допускается:

- параметры загружать вместе с программой, а результат выдавать в последовательный канал;
- считывать содержимое областей, хранящих результат, после запуска программы.

Программы для ассемблирования, создания исполнимого кода и прочие доступны на сервере кафедры.

3.3 Порядок выполнения работ

- Разработать алгоритм программы, использующей указанный таймер для формирования заданного временного интервала. При нажатии кнопки на макете должно происходить удвоение, учетверение и возврат к исходной величине задержки.
- Изучить форматы управляющих регистров для указанного таймера.
- Написать программу на языке ассемблера, реализующую алгоритм.
- Оттранслировать программу с помощью кросс (макро)ассемблера ASEM или аналогичного.
- Создать файл с исполнимым кодом программы (например, программой hextobin)
- Загрузить программы для проверки работоспособности и функциональности макета.
- После запуска загрузчика выполните шаги для активизации встроенной программы связи по последовательному каналу:
- С помощью загрузчика, после установления и подтверждения связи, необходимо:
 - загрузить исполнимый файл в микро-ЭВМ;
 - запустить программу и убедиться в ее работоспособности.

3.4 Контрольные вопросы

- перечислить и охарактеризовать стандартные возможности таймирования MCS-51
- перечислить и охарактеризовать дополнительные возможности таймирования ADuC
- какие таймеры-счетчики могут использоваться для тактирования встроенного асинхронного канала
- как подать внешний сигнал на входы таймеров/счетчиков

3.5 Содержание отчета

Отчет о лабораторной работе должен содержать:

- титульный лист;
- цель исследований;
- структурную схему макетной установки;
- текст и описание программы, содержательные комментарии;
- скриншоты основных этапов выполнения программы;
- протокол исследования работоспособности демонстрационной программы.


```

    ORL    TIMECON, #01h ; Set the TCEN bit to restart counting

    JNB    BUTTON, $      ; Wait here while button is pressed

    ANL    TIMECON, #0FDh ; Clear the TIEN bit to stop the
                        ; counter

; after button is released we can store the value in intval

LOOP:   SETB    LED                ; Turn off LED to indicate that the
                        ; button is released.

    MOV    A, HOUR
    CJNE   A, #00H, HOURS          ; Check if any hrs have been counted
                        ; If so jump to HOURS

    MOV    A, MIN
    CJNE   A, #00H, MINS; Check if any mins have been counted
                        ; If so jump to MINS

    MOV    A, SEC
    CJNE   A, #00H, SECS; Check if any secs have been counted
                        ; If so jump to SECS

HUNTHS: MOV    INTVAL, HTHSEC      ;load the value of HTHSEC into INTVAL
    MOV    TIMECON, #00h          ; clear TCEN to reset the registers
    MOV    TIMECON, #03H          ; change TIMECON to measure in 1/128s
                        ; reset TIEN
    RETI

SECS:   MOV    INTVAL, SEC         ; load the value of SEC into INTVAL
    MOV    TIMECON, #00h          ; clear TCEN to reset the registers
    MOV    TIMECON, #13H; change TIMECON to measure in secs
    RETI

MINS:   MOV    INTVAL, MIN        ; load the value of MIN into INTVAL
    MOV    TIMECON, #00h          ; clear TCEN to reset the registers
    MOV    TIMECON, #23H; change TIMECON to measure in mins
    RETI

HOURS:  MOV    INTVAL, HOUR       ; load the value of HOUR onto INTVAL
    MOV    TIMECON, #00h          ; clear TCEN to reset the registers
    MOV    TIMECON, #33H; change TIMECON to measure in hours
    RETI

;-----
; TII INTERRUPT VECTOR SPACE
ORG 0053h

    CPL LED                        ; Complement the LED every time the
                        ; measured time runs up.

    RETI

;-----

ORG 0060h

MAIN:

; Configure Time Interval Counter

    MOV    TIMECON, #03h          ; initialise timecon to count in 1/128s
                        ; -set TCEN to enable the time clock
                        ; -set TIEN to enable the TIC
                        ; -clear STI to allow automatic reload
                        ; of interval timeout
                        ; -clear TFH to disable 24 hr counting

    MOV    INTVAL, #0Ah           ; initialise to blink LED every 10 units
                        ; the units are 1/128s

```

```
; Configure External Interrupt
  SETB    IT0          ; INT0 edge triggered
  SETB    EX0          ; enable INT0 (button on eval board)
  MOV     IEIP2,#04H   ; enable time interval interrupt

  SETB    EA          ; enable global interrupts

  JMP     $            ; wait here for interrupts
                          ; main program can be inserted here

; _____
END
```

4 Работа с EEPROM микро-ЭВМ ADuC

4.1 Цель работы

Получение практических навыков записи/считывания данных во внутреннюю энергонезависимую память микро-ЭВМ при написании программ на языке ассемблера.

4.2 Методические указания

В состав моделей микро-ЭВМ ADuC входит энергонезависимая память, допускающая многократное перепрограммирование данных программой, выполняющейся на микро-ЭВМ.

Время сохранения данных заявляется изготовителем достаточно большим (см. рисунок ниже):

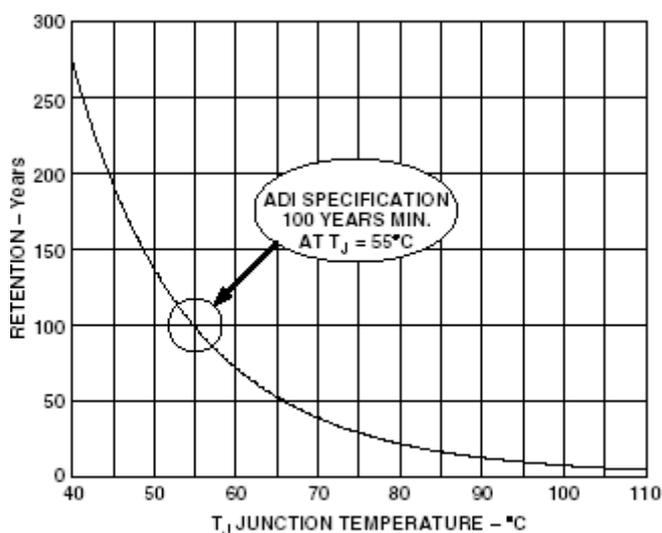


Figure 18. Flash/EE Memory Data Retention

Рисунок 8 - Время хранения информации во внутренней программируемой энергонезависимой памяти.

Более подробные данные о режимах записи/считывания приведены в [1].

В лабораторной работе процедуры занесения/считывания данных исследуется в рамках демонстрационной программы (Приложение 4.1)

При возможности, целесообразно реализовать интерфейсную часть программы, позволяющую задавать параметры работы с клавиатуры и получать результат на экране монитора. С этой целью рекомендуется обеспечить обмен данными между микро-ЭВМ и ПЭВМ по последовательному каналу. На ПЭВМ при этом возможно использование любой программы обмена, существующей в рамках ОС (например, Гипертерминал для Windows).

В альтернативных, более простом вариантах, допускается:

- параметры загружать вместе с программой, а результат выдавать в последовательный канал;
- считывать содержимое областей, хранящих результат, после запуска программы.

Программы для ассемблирования, создания исполнимого кода и прочие доступны на сервере кафедры.

3. Порядок выполнения работ

- Изучить методику записи и считывания данных в энергонезависимую память.
- Изучить демонстрационную программу на языке ассемблера.
- Оттранслировать программу с помощью кросс (макро)ассемблера ASEM или аналогичного.
- Создать файл с исполнимым кодом программы (например, программой hex2obin)
- Загрузить программы для проверки работоспособности и функциональности макета.

- После запуска загрузчика выполните шаги для активизации встроенной программы связи по последовательному каналу:
- С помощью загрузчика, после установления и подтверждения связи, необходимо:
 - загрузить исполнимый файл в микро-ЭВМ;
 - запустить программу и убедиться в ее работоспособности.

4.4 Контрольные вопросы

- каков объем энергонезависимой памяти для различных моделей ADuC
- возможно ли заносить данные до запуска программ на микро-ЭВМ
- какова скорость записи/считывания данных для энергонезависимой памяти
- возможно ли побайтовое изменение данных в энергонезависимой памяти

4.5 Содержание отчета

Отчет о лабораторной работе должен содержать:

- титульный лист;
- цель исследований;
- структурную схему макетной установки;
- текст и описание программы, содержательные комментарии;
- скриншоты основных этапов выполнения программы;
- протокол исследования работоспособности демонстрационной программы.

Приложение 4.1 Демонстрационная программа управления энергонезависимой памятью.

```

;*****
;
; Author      : ADI - Apps          www.analog.com/MicroConverter
;
; Date       : May 2002
;
; File       : dataflsh.asm
;
; Hardware   : ADuC831
;
; Description : Demonstrates use of the on-chip read/write 4096 byte
;               FlashEE data memory space. Stores a sequence of
;               button presses (INT0 button on eval board) in data
;               FlashEE space. Replays sequence on LED when board
;               is reset or power cycled.
;               The ADuC831 stores the play sequece in data flash
;               until another is recorded with a new set of button
;               presses. To record a new sequence, just wait until
;               the current one finishes playing (LED is off) and
;               enter new sequence via button (INT0).
;*****

$MOD831                ; Use 8052&ADuC831 predefined symbols

LED      EQU    P3.4      ; P3.4 drives red LED on eval board
BUTTON   EQU    P3.2      ; button on eval board drives P3.2
PREVIOUS EQU    F0        ; flag to hold previous button value
READ     EQU    01h       ; FlashEE command: 'read page'
WRITE    EQU    02h       ; FlashEE command: 'write page'
VERIFY   EQU    04h       ; FlashEE command: 'verify page'
ERASE    EQU    05h       ; FlashEE command: 'erase page'
ERASEALL EQU    06h       ; FlashEE command: 'erase all'
;-----
;
;-----
; BEGINNING OF CODE

CSEG

ORG 0000h

MAIN:
    SETB    LED           ; turn LED off
    MOV     EADDRH,#0     ; set data FlashEE address to page 0
    MOV     EADRL,#0

; READ FLASH/EE DATA and indicate values via LED on and off times...

READFLASH:
    MOV     ECON,#READ    ; read current 4byte page of FlashEE
                                ; into EDATA1,2,3,4
    MOV     A,EDATA4
    CJNE    A,#1,RECORD   ; if EDATA4 is 1, then page contains
                                ; a valid play sequence
                                ; => Play this sequence
                                ; otherwise jump to record mode

;-----
PLAYBACK:
    CALL    BLINK         ; flash LED for period determined
                                ; by FlashEE data just read
    MOV     A,EADRL
    CJNE    A,#0FFh,INCPAGE1 ; if low address is FFh then increment high address

```

```

        INC      EADRH
INCPAGE1:
        INC      EADRL      ; increment to next FlashEE page addr
        MOV      A,EADRH
        CJNE     A,#04h,READFLASH
                                ; if address is less than 160 then jump
                                ; to read the next page
        ; when PLAYBACK is finished jump to RECORD mode

;-----
RECORD:
        SETB     LED
        JB       BUTTON,$      ; wait for first button press

        ; once button is pressed, erase dataflash
        MOV      ECON,#ERASEALL ; clear all data FlashEE memory
        MOV      EADRH,#0
        MOV      EADRL,#0

        ; record time of button press

RECORD_NEXT_TIME:
        CALL     RECORDTIME

        MOV      EDATA1,DPL      ; place DPTR in EDATA1,2,3
        MOV      EDATA2,DPH
        MOV      EDATA3,DPP
        MOV      EDATA4,#1      ; put 1 in EDATA4 as identifier
        MOV      ECON,#WRITE    ; write EDATA1-4 into pre-erased
                                ; page of FlashEE data memory

        MOV      ECON,#VERIFY   ; verify current page is same as
        MOV      A,ECON          ; EDATA1-4. If same, ECON=0.
        JNZ     RECORD          ; if verify fails, jump to RECORD

        MOV      A,EADRL
        CJNE     A,#0FFh,INCPAGE2 ; if low address is FFh then increment high address
        INC      EADRH

INCPAGE2:
        INC      EADRL      ; increment to next FlashEE page addr
        MOV      A,EADRH
        CJNE     A,#04h,RECORD_NEXT_TIME
                                ; record first 160 button presses only

        ; when flash/EE data space is full turn off LED and wait
        ; for a power cycle
        SETB     LED
        JMP      $

;=====
;                               FUNCTIONS
;=====

;-----
;                               ; SUBROUTINES
BLINK:
        ; Turn LED ON/OFF based on the time in EDATA3/2/1
        CPL      LED

        CLR      A
        MOV      DPL,A
        MOV      DPH,A          ; clear DPTR
        MOV      DPP,A

        INC      EDATA1        ; EDATA1 -> EDATA3 should be

```

```

INC     EDATA2           ; incremented for the below to work
INC     EDATA3

```

```
BLINKLOOP:
```

```

; the record loop takes 6 instruction cycles hence 4 NOPs are
; required to make the Playback loop 6 instruction cycles also.
; NOTE: the main Playback loop will jump to BLINKLOOP after
; decrementing EDATA1 and hence the time required to decrement
; EDATA2 (approx 1/256 time of main loop) and EDATA3 are ignored.
NOP                                           ; 1
NOP                                           ; 1
NOP                                           ; 1
NOP                                           ; 1
DJNZ   EDATA1, BLINKLOOP                     ; 2
DJNZ   EDATA2, BLINKLOOP ; EDATA1 overflows back to FFh
DJNZ   EDATA3, BLINKLOOP ; EDATA2 overflows back to FFh

RET

```

```
;
```

```
RECORDTIME:
```

```

; Record how long button is pressed for and store in EDATA3/2/1
CLR     A
MOV     DPL,A
MOV     DPH,A           ; clear DPTR
MOV     DPP,A

CPL     LED

```

```

; measure how long the button is either pressed or released
; for. If the button is pressed then the LED is on. If the
; button is released then the LED is off.

```

```
RECORDLOOP:
```

```

INC     DPTR           ; incrementing DPTR..           ; 2
JNB     LED, CT       ;                               ; 2
JMP     CHKB
CT:     JNB     BUTTON,RECORDLOOP                     ; 2
; keep recording while button is pressed
RET
CHKB:   JB      BUTTON,RECORDLOOP                     ; 2
; keep recording while button is released
RET

```

```

; DPP,DPH,DPL now holds a number that represents the length of
; time between button edges. this data will be stored in FlashEE
; space for use in controlling LED on and off times in "play" mode.

```

```
;
```

```
END
```

5 Управление АЦП микро-ЭВМ АDuС

5.1 Цель работы

Получение практических навыков оцифровки данных с помощью встроенного аналого-цифрового преобразователя микро-ЭВМ при написании программ на языке ассемблера.

5.2 Методические указания

Встроенный 12-битовый АЦП имеет 8 каналов для ввода данных. В лабораторном макете часть каналов буферирована каскадами на ОУ, и именно эти каналы будут использоваться.

Передаточная характеристика приведена на рисунке 9.

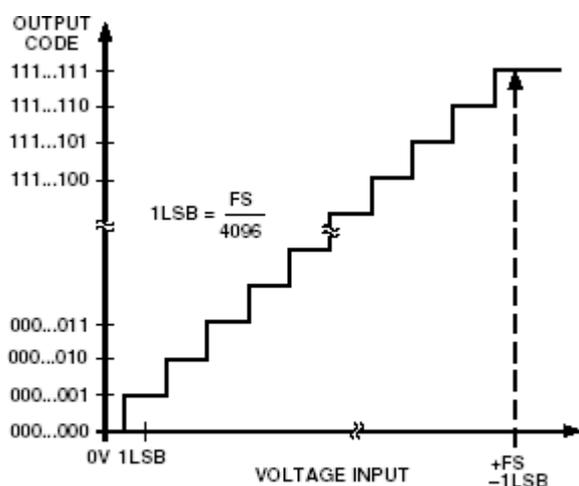


Figure 7. ADC Transfer Function

Рисунок 9 – характеристика преобразования АЦП

Формат данных после оцифровки демонстрируется нижеследующим рисунком.

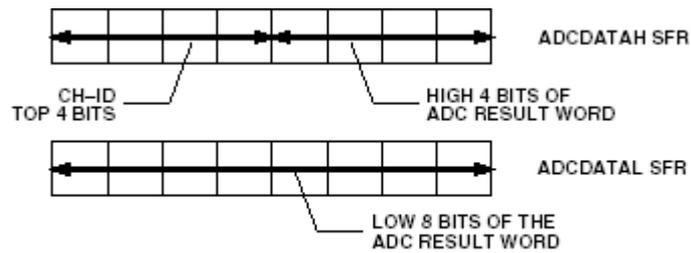


Figure 8. ADC Result Format

Рисунок 10 – Формат данных АЦП

Рекомендуемая схема буферирования приведена на рисунке 11.

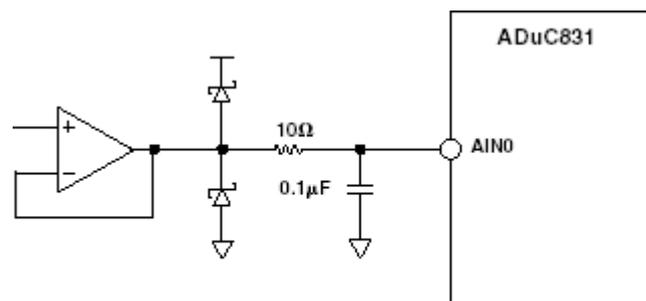


Figure 10. Buffering Analog Inputs

Рисунок 11- Буферирование АЦП

Более подробные данные о работе АЦП приведены в [1].

В лабораторной работе процедуры оцифровки данных исследуется в рамках демонстрационной программы (Приложение 5.1.)

При возможности, целесообразно реализовать интерфейсную часть программы, позволяющую задавать параметры работы с клавиатуры и получать результат на экране монитора. С этой целью рекомендуется обеспечить обмен данными между микро-ЭВМ и ПЭВМ по последовательному каналу. На ПЭВМ при этом возможно использование любой программы обмена, существующей в рамках ОС (например, Гипертерминал для Windows).

В альтернативных, вариантах, допускается:

- параметры загружать вместе с программой, а результат выдавать в последовательный канал;
- считывать содержимое областей, хранящих результат, после запуска программы.

Программы для ассемблирования, создания исполнимого доступны на сервере кафедры.

5.3 Порядок выполнения работ

1. Изучить принципы функционирования встроенного в ADuC АЦП и формат управляющих регистров.
2. Изучить демонстрационную программу на языке ассемблера.
3. Оттранслировать программу с помощью кросс (макро)ассемблера ASEM или аналогичного.
4. Создать файл с исполнимым кодом программы (например, программой hextobin)
5. Загрузить программы для проверки работоспособности и функциональности макета.
6. После запуска загрузчика выполните шаги для активизации встроенной программы связи по последовательному каналу

С помощью загрузчика, после установления и подтверждения связи, необходимо:

7. загрузить исполнимый файл в микро-ЭВМ;
8. запустить программу и убедиться в ее работоспособности.

5.4 Контрольные вопросы

- для чего необходимо буферирование входных сигналов?
- какова максимальная скорость оцифровки данных?

- нужно ли приостанавливать работу программы при включении АЦП?

5.5 Содержание отчета

- Отчет о лабораторной работе должен содержать:
- титульный лист;
- цель исследований;
- структурную схему макетной установки;
- текст и описание программы, содержательные комментарии;
- скриншоты основных этапов выполнения программы;
- протокол исследования работоспособности демонстрационной программы.

Приложение 5.1 Демонстрационная программа управления АЦП

```

;*****
;
; Author      : ADI - Apps          www.analog.com/MicroConverter
;
; Date       : 31 Jan 2002
;
; File       : ADCcont.asm
;
; Hardware   : ADuC831
;
; Description : Performs ADC conversions in continuous mode at a
;              rate of 81.31KSPS (assuming an 11.0592MHz Mclk).
;              Outputs ADC results on P0 & P2. Continuously
;              flashes LED (independently of ADC routine) at
;              approximately 5Hz.
;              All rate calculations assume an 11.0592MHz Mclk.
;
;*****

$MOD831                ; Use 8052&ADuC831 predefined symbols

LED    EQU    P3.4      ; P3.4 drives red LED on eval board
CHAN   EQU    0         ; convert this ADC input channel..
;
;-----
;                               ; BEGINNING OF CODE
CSEG

ORG 0000h

        JMP    MAIN      ; jump to main program
;-----
;                               ; INTERRUPT VECTOR SPACE
ORG 0033H ; (ADC ISR)

        MOV    P0,ADCDATAL ; ADC result low byte to Port0
        MOV    P2,ADCDATAH ; high nibble and channel ID to Port2
        RETI

;=====
;                               ; MAIN PROGRAM
ORG 004Bh

MAIN:

; PRECONFIGURE...

        MOV    ADCCON1,#0B0h ; power up ADC, 12.3us conv+acq time
        MOV    ADCCON2,#CHAN ; select channel to convert

; LAUNCH CONTINUOUS CONVERSIONS...

        SETB   EA          ; enable interrupts
        SETB   EADC        ; enable ADC interrupt
        SETB   CCONV       ; begin continuous conversions

; CONTINUE WITH OTHER CODE...

AGAIN:  CPL     LED         ; blink (complement) the LED
        CALL   DELAY       ; delay 100ms
        JMP    AGAIN       ; repeat

; the micro is free to continue with other tasks (flashing the LED in

```

; this case) while the ADC is continuously converting, and results
; are being handled by the ADC interrupt service routine.

;
----- ; SUBROUTINE

DELAY: ; delay 100ms

MOV R7,#200 ; 200 * 500us = 100ms
DLY1: MOV R6,#229 ; 229 * 2.17us = 500us
DJNZ R6,\$; sit here for 500us
DJNZ R7,DLY1 ; repeat 200 times (100ms total)
RET

;

END

6 Управление ЦАП микро-ЭВМ ADuC

6.1 Цель работы

Получение практических навыков формирования аналогового сигнала с помощью встроенного цифро-аналогового преобразователя микро-ЭВМ при написании программ на языке ассемблера.

6.2 Методические указания

Встроенный 12-битовый АЦП имеет 8 каналов для ввода данных. В лабораторном макете часть каналов буферизована каскадами на ОУ, и именно эти каналы будут использоваться.

Передаточная характеристика приведена на рисунке 12.

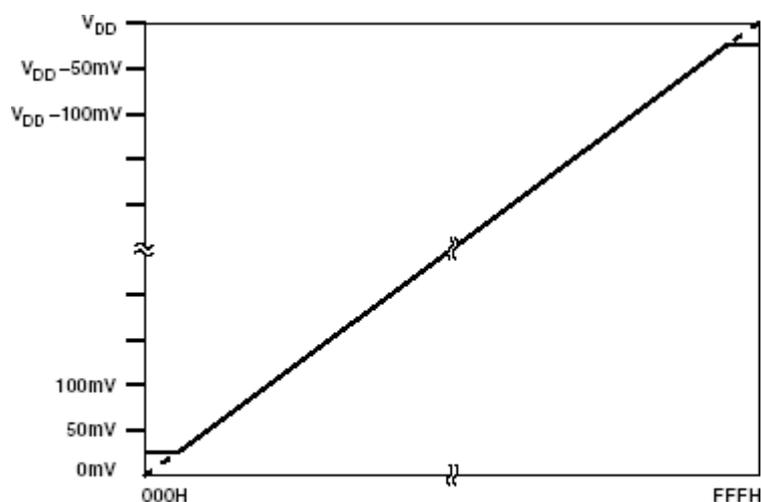


Figure 22. Endpoint Nonlinearities Due to Amplifier Saturation

Рисунок 12 – Передаточная характеристика встроенного усилителя

Рекомендуемая схема буферирования приведена на рисунке 13.

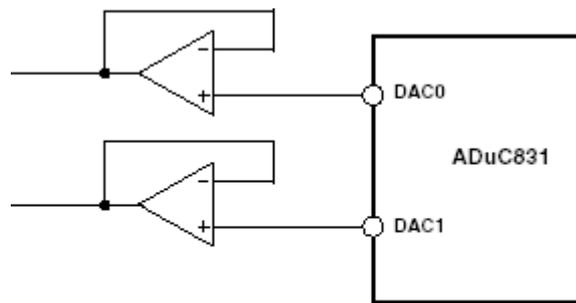


Figure 25. Buffering the DAC Outputs

Рисунок 13 – Буферирование ЦАП

Более подробные данные о работе ЦАП приведены в [1].

В лабораторной работе процедуры оцифровки данных исследуется в рамках демонстрационной программы (Приложение 8.1)

При возможности, целесообразно реализовать интерфейсную часть программы, позволяющую задавать параметры работы с клавиатуры и получать результат на экране монитора. С этой целью рекомендуется обеспечить обмен данными между микро-ЭВМ и ПЭВМ по последовательному каналу. На ПЭВМ при этом возможно использование любой программы обмена, существующей в рамках ОС (например, Гипертерминал для Windows).

В альтернативных, более простом вариантах, допускается:

- параметры загружать вместе с программой, а результат выдавать в последовательный канал;
- считывать содержимое областей, хранящих результат, после запуска программы.

Программы для ассемблирования, создания исполнимого кода и прочие доступны на сервере кафедры.

6.3 Порядок выполнения работ

- Изучить принципы функционирования встроенного в ADuC ЦАП и формат управляющих регистров.

- Изучить демонстрационную программу на языке ассемблера.
- Оттранслировать программу с помощью кросс (макро)ассемблера ASEM или аналогичного.
- Создать файл с исполнимым кодом программы (например, программой hexubin)
- Загрузить программы для проверки работоспособности и функциональности макета.
- После запуска загрузчика выполните шаги для активизации встроенной программы связи по последовательному каналу:
- С помощью загрузчика, после установления и подтверждения связи, необходимо:
 - загрузить исполнимый файл в микро-ЭВМ;
 - запустить программу и убедиться в ее работоспособности.

6.4 Контрольные вопросы

- как нарушается линейность на выходе ЦАП при малых значениях кодов
- как нарушается линейность на выходе ЦАП при больших значениях кодов
- какова максимальная скорость изменения аналогового сигнала на выходе
- нужно ли приостанавливать работу программы при включении ЦАП

6.5 Содержание отчета

Отчет о лабораторной работе должен содержать:

- титульный лист;
- цель исследований;
- структурную схему макетной установки;
- текст и описание программы, содержательные комментарии;
- скриншоты основных этапов выполнения программы;
- протокол исследования работоспособности демонстрационной программы.


```
NOP          ;          1
JMP    STEP  ;          2
```

; numbers at right in the above loop represent the number of machine
; cycles for each instruction. the complete loop takes exactly 36
; machine cycles. with an 11.0592MHz master clock, a machine cycle
; is 1.085us, so the above loop takes 39.06us to update each data
; point. since there are 64 data points in the below sine lookup
; table, this results in a 2.50ms period, i.e. a 400Hz frequency.

```
;  
-----  
; SINE LOOKUP TABLE  
-----  
END
```

7 Управление последовательным каналом микро-ЭВМ ADuC

7.1 Цель работы

Получение практических навыков передачи данных по асинхронному последовательному каналу микро-ЭВМ при написании программ на языке ассемблера.

7.2 Методические указания

Более подробные данные о функционировании асинхронного последовательного приемо-передатчика приведены в [1].

В лабораторной работе передача данных исследуется в рамках демонстрационной программы (Приложение __.)

При возможности, целесообразно реализовать интерфейсную часть программы, позволяющую задавать параметры работы с клавиатуры и получать результат на экране монитора. С этой целью рекомендуется обеспечить обмен данными между микро-ЭВМ и ПЭВМ по последовательному каналу. На ПЭВМ при этом возможно использование любой программы обмена, существующей в рамках ОС (например, Гипертерминал для Windows).

В альтернативных, более простом вариантах, допускается:

- параметры загружать вместе с программой, а результат выдавать в последовательный канал;
- считывать содержимое областей, хранящих результат, после запуска программы.

Программы для ассемблирования, создания исполнимого кода и прочие доступны на сервере кафедры.

7.3 Порядок выполнения работ

- Изучить принципы функционирования встроенного в ADuC адаптера последовательного асинхронного канала и формат управляющих регистров.
- Изучить демонстрационную программу на языке ассемблера.
- Оттранслировать программу с помощью кросс (макро)ассемблера ASEM или аналогичного.
- Создать файл с исполнимым кодом программы (например, программой hexubin)
- Загрузить программы для проверки работоспособности и функциональности макета.
- После запуска загрузчика выполните шаги для активизации встроенной программы связи по последовательному каналу
- С помощью загрузчика, после установления и подтверждения связи, необходимо:
 - загрузить исполнимый файл в микро-ЭВМ;
 - запустить программу и убедиться в ее работоспособности.

7.4 Контрольные вопросы

от каких факторов зависит скорость обмена по последовательному каналу микро-ЭВМ ADuC?

какова максимальная скорость приема и передачи данных для микро-ЭВМ ADuC?

возможна ли работа в дуплексном режиме?

как зависит набор стандартных скоростей обмена от частоты тактирования микро-ЭВМ?

7.5 Содержание отчета

Отчет о лабораторной работе должен содержать:

- титульный лист;
- цель исследований;
- структурную схему макетной установки;
- текст и описание программы, содержательные комментарии;
- скриншоты основных этапов выполнения программы;
- протокол исследования работоспособности демонстрационной программы.

Приложение 7.1 Демонстрационная программа управления последовательным асинхронным каналом

```

;=====
;
; Author      : ADI - Apps
;
; Date       : May 2002
;
; File       : UART.asm
;
; Hardware   : ADuC831
;
; Description : This Program saves 16 numbers in order initially
;               starting with 0 into memory locations 40h to 50h.
;               When finished the values in these locations are
;               transmitted down the UART in ASCII form to the PC
;               where they can be viewed using the preconfigured
;               Hyperterminal program. (c:\ADuC_Beta832\9600com1.ht)
;
;               After the transmission of the 16 bytes a 5 second
;               delay is called and the process is repeated, this
;               time starting with the saving of 10h to location
;               40h.
;
;=====
;
; $MOD831                                ;Use 8052 predefined Symbols

LED    EQU    P3.4

;-----
;                                     ; BEGINNING OF CODE
CSEG
ORG 0000H

        JMP MAIN

ORG 0060H                ; Start code at address above interrupts

MAIN:                ; Main program

        MOV     T3CON,#85h
        MOV     T3FD,#08h
        MOV     SCON,#52h

        MOV     R0, #00          ; start output data at 0
        MOV     R1, #40h        ; initialise R1 to 40 to store the
                                ; input data from memory location 40
SAVENOS:
        MOV     A,R0
        MOV     @R1, A          ; move R0 into memory location R1
        INC     R1              ; increment memory location and data so
                                ; new data is stored in new address

        INC     R0
        CJNE   R1, #50H, SAVENOS ; reset memory location to 40h
                                ; when memory location reaches 50h
                                ; saving 16 bytes of data

; Transmit the values in locations 40h->50h up the UART wait for
; 5 seconds and then repeat

```

```

START:  CPL      LED           ;CPL LED with each transmission
        MOV      DPTR, #TITLE
        CALL     SENDSTRING   ; write title block on screen

        MOV      R1, #40h     ; move value at address 40 into R2
        MOV      A, @R1
        MOV      R2, A

NEXT:   ; Put new value on a new line
        MOV      A, #10       ; Transmit a linefeed (= ASCII 10)
        CALL     SENDCHAR
        MOV      A, #13       ;Transmit a carriage return (=ASCII 13)
        CALL     SENDCHAR

        MOV      A, R2        ; Transmit R2 i.e. value @ address R1
        CALL     SENDVAL
        INC      R1           ; Increment address
        MOV      A, @R1
        MOV      R2, A        ; R2 holds the value @ addrR1

        MOV      A, R1        ; Check if at address 50h
        CJNE     A, #50h, NEXT ; if not jump to Next
        JMP      WAIT5S       ; if so wait 5s and repeat

WAIT5S: MOV      A, #50
        CALL     DELAY         ; Wait 5 seconds
        MOV      R1, #40h
        JMP      SAVENOS       ; Resave new numbers to same addresses

; _____
; SENDSTRING

SENDSTRING: ; sends ASCII string to UART starting at location
            ; DPTR and ending with a null (0) value

            PUSH  ACC
            PUSH  B
            CLR   A
            MOV   B,A
IO0010:    MOV   A,B
            INC  B
            MOVC A,@A+DPTR
            JZ   IO0020
            CALL SENDCHAR
            JMP  IO0010
IO0020:    POP   B
            POP   ACC

            RET

; _____
; SENDCHAR

SENDCHAR: ; sends ASCII value contained in A to UART

            JNB  TI,$          ; wait til present char gone
            CLR  TI            ; must clear TI
            MOV  SBUF,A

            RET

; _____
; SENDVAL

SENDVAL: ; converts the hex value of A into two ASCII chars,
         ; and then spits these two characters up the UART.

```

```

; does not change the value of A.

PUSH  ACC
SWAP  A
CALL  HEX2ASCII
CALL  SENDCHAR      ; send high nibble
POP   ACC
PUSH  ACC
CALL  HEX2ASCII
CALL  SENDCHAR      ; send low nibble
POP   ACC

RET

;-----
; HEX2ASCII

HEX2ASCII:      ; converts A into the hex character representing the
                ; value of A's least significant nibble

                ANL  A,#00Fh
                CJNE A,#00Ah,$+3
                JC   IO0030
                ADD  A,#007h
IO0030: ADD     A,'#0'

                RET

;-----
; DELAY

DELAY:          ; Delays by 100ms * A
                ; 100mSec based on 11.0592MHZ
                ; Core Clock

                MOV  R5,A      ; Acc holds delay variable
DLY0:          MOV  R6,#200     ; Set up delay loop0
DLY1:          MOV  R7,#229     ; Set up delay loop1
                DJNZ R7,$      ; Dec R2 until R2 is zero
                DJNZ R6,DLY1    ; Dec R1 & Jump DLY1 until R1 is 0
                DJNZ R5,DLY0    ; Dec R0 & Jump DLY0 until R0 is 0
                RET           ; Return from subroutine

;-----

TITLE:  DB 10,10,13,'_____',10,13
        DB 'Analog Devices MicroConverter ADuC831',10,13
        DB '      UART Demo Routine',10,13
        DB '  Data Stored in Memory in Hex Form',10,13,0

END

```

8. Литература

1. ADUC8XX SAR EVALUATION BOARD REFERENCE GUIDE

Analog Devices, Inc. www.analog.com/microconverter (в электронном виде на сервере кафедры)

2. MicroConverter®, 12-Bit ADCs and DACs with Embedded 62 kBytes Flash MCU ADuC831

www.analog.com/microconverter (в электронном виде на сервере кафедры)