### МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ I НАУКИ УКРАЇНИ

### Національний технічний університет “Харківський політехнічний інститут”

### Кафедра обчислювальної техніки та програмування

УДК 681.3

#### Інв №

**ПРИСТРІЙ КОНТРОЛЮ ЗА РІВНЯМИ АНАЛОГОВИХ СИГНАЛІВ**

**Альбом документів курсового проекту по дисципліні**

**“ Проектування мікроконтролерних пристроїв ”**

### XXXXXXXXXXXXX.421.012. ДКП

ІЗЮМ 2006

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Формат | Зона | Поз. | Обозначение | Наименование | Кол. листов | Примечание |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | Документация  |  |  |
|  |  |  |  | Общая |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
| А4 |  |  | XXXXXXXXX.421.012 ТЗ | Техническое  |  |  |
|  |  |  |  | задание |  |  |
| А4 |  |  | XXXXXXXXX.421.012 ПЗ | Пояснительная |  |  |
|  |  |  |  | Записка |  |  |
| А4 |  |  | XXXXXXXXX.421.012 Э1 | Схема  |  |  |
|  |  |  |  | электрическая |  |  |
|  |  |  |  | структурная |  |  |
| А4 |  |  | XXXXXXXXX.421.012 Э3 | Схема |  |  |
|  |  |  |  | электрическая |  |  |
|  |  |  |  | принципиальная |  |  |
| А4 |  |  | XXXXXXXXX.421.012 ПЭ | Перечень |  |  |
|  |  |  |  | элементов |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | XXXXXXXXXXXXX.421.012 ВП |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| Изм | Лит | № докум | Подпись | Дата | ПРИСТРІЙ КОНТРОЛЮ ЗА РІВНЯМИ АНАЛОГОВИХ СИГНАЛІВВедомость проекта | Лит | Лист  | Листов  |
| Разраб | Xxxxxxxxx. |  |  | К |  |  | 2 | 2 |
| Провер | Xxxxxxxxx |  |  | НТУ “XXX”Кафедра XXX |
|  |  |  |  |
| Утв. | Xxxxxxxxx. |  |  |

Анотація

В даному курсовому проекті розроблено пристрій контролю за рівнями аналогових сигналів. Розробка виконана на ОМК та МС ТТЛ-логіки малого ступеню інтеграціі. В пояснювальній записці приведені необхідні обгрунтовування, розрахунки та описи принципу дії як пристрою вцілому, так і його окремих функціональних блоків та вузлів.

Альбом документів курсового проекту крім пояснювальної записки вміщує також креслення структурної та принципової схем пристрою.

**Аннотация**

В данном курсовом проекте разработано устройство контроля за уровнями аналоговых сигналов. Разработка выполнена на ОМК и МС ТТЛ - логики малого степени интеграции. В объяснительной записке приведенные необходимые разъяснения, расчеты и описания принципа действия как устройства в целом, так и его отдельных функциональных блоков и узлов.

Альбом документов курсового проекта кроме объяснительной записки вмещает также черчение структурной и принципиальной схем устройства.

**Annotation**

In given semester project is designed device of the checking for level analog signal. The Development was run for CPU and MS TTL - a logic small degree to integrations. In expository note brought necessary explanations, calculations and descriptions of the principle of the action as device as a whole, so and its separate functional block and nodes.

The Album course project document except expository note contains also drawing structured and principle schemes device.

**Техническое задание**

Разработать устройство контроля за уровнями аналоговых сигналов

Составные части устройства:

Входные сигналы медленно изменяющиеся во времени аналоговые сигналы постоянного тока (Ui) от нескольких источников (4 датчика).

Обработка входных сигналов

Сравнить уровни входных сигналов с двумя уставками (нижним Uп1 и верхним Uп2 пороговыми уровнями), хранящимися в виде констант K1i и K2i в памяти данных микроконтроллера, и по результатам сравнения осуществить:

1. Включить зеленый светодиодный индикатор, если K1i <Ui <K2i.
2. Включить красный светодиодный индикатор, сформировать и подать на звуковой излучатель (динамик) последовательность импульсных сигналов с заданной частотой (Fз) и скважностью 2, если K1i >Ui >K2i.
* Диапазон изменения входных

сигналов (Ui), В 0,1 – 5

* Нижний пороговый уровень Uп1,

соответствующий константе K1i, В 0,9

* Верхний пороговый уровень Uп2,

соответствующий константе K2i, В 2,4

* Частота последовательности импульсных

сигналов, подаваемых

на звуковой излучатель Fз, Гц 3730

Выходные сигналы:

уровни сигналов и выведенные их на 4 – разрядный 7 – сегментный светодиодный или жидкокристаллический индикатор (ЖКИ) в виде десятичных чисел с ошибкой не более +.20 мВ.

Осуществлять динамическую индикацию выбранного канала с заданной частотой обновления всех разрядов индикатора Fо.ж

* Частота обновления всех разрядов

индикатора Fо, Гц– 44 Гц.

система управления:

Выбор индицируемого канала осуществляется вручную с помощью 4 кнопок с зависимой фиксацией.

Напряжения питания

Напряжения питания устройства, В ---- 5

Условия эксплуатации

Температурный диапазон: +5…+40ос.

Относительная влажность: 40%.

Элементная база в качестве элементной базы использовать микросхемы ТТЛ (ТТЛШ) малой и средней степени интеграции.

### Комплектность конструкторской документации :

Конструкторская документация должна содержать следующие документы:

* ведомость проекта
* техническое задание
* объяснительную записку
* схему электрическую структурную
* схему электрическую функциональную
* перечень элементов

Срок сдачи

Сдать до 1 апреля 2006 года.

**Реферат**

Данный документ представляет собой пояснительную записку объемом 25 листов. В пояснительной записке представлено 1 таблица, 8 рисунков использовано 10 источников литературы.

Ключевые слова: МИКРОКОНТРОЛЛЕР, АНАЛОГОВЫЙ СИГНАЛ, ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИИ, ДИНАМИК, СВЕТОДИОДНЫЙ ИНДИКАТОР.

В данном курсовом проекте разработано устройство контроля за уровнем аналоговых сигналов. Разработка выполнена на микроконтроллере и микросхемах ТТЛ-логики малой степени интеграции. в пояснительной записке приведены необходимые обоснования, расчеты и описания принципа действия как устройства в целом, так и его отдельных функциональных блоков и узлов.

Альбом документов курсового проекта кроме пояснительной записки содержит также : спецификацию, техническое задание, перечень элементов, чертежи структурной и принципиальной схем устройства.

**Содержание**

Введение

1. Выбор и обоснование основных технических решений.
	1. Детализация исходного ТЗ и постановка задачи (использование блочно-иерархического подхода при разработке данного устройства).
	2. Источники информации (входных сигналов).
	3. Приемники информации (выходных сигналов).
	4. Возможные пути (варианты) решения поставленной задачи.
	5. Возможные варианты структурных схем и их сравнительный анализ.
	6. Обоснование выбора структурной схемы.
	7. Обоснование выбора типа ОМК для решения поставленной задачи.
2. Структурная схема устройства и её описание.
	1. Структурная схема.
		1. Назначение отдельных функциональных блоков.
	2. Описание принципа действия и общий алгоритм работы.
	3. Разработка функциональных схем и блок-схем алгоритмов работы отдельных блоков.
3. Разработка функциональной и принципиальной схем устройства.
	1. Описание принципиальной схемы устройства.
	2. Описание принципиальных схем отдельных устройств.
4. Расчет потребляемой мощности и определение требований к источникам питания.
5. Расчет временных параметров.
6. Разработка и отладка рабочей программы (управления).
	1. Блок-схема(ы) алгоритма(ов) и её(их) описание(я).
	2. Структура программы.
	3. Текст программы (вносится в приложение!).
	4. Технология отладки программы.
		1. Компиляция (с распечаткой всех файлов, полученных во время компиляции: obj, lst, erl, sym).
		2. Моделирование.
7. Заключение.
8. Список используемой литературы.

**Введение**

Однокристальные микроконтроллеры (ОМК) позволяют существенно расширить интеллектуальные возможности различного рода устройств и систем. Они представляют собой, по сути, специализированные однокристальные микроЭВМ, содержащие для связи с внешней средой встроенные периферийные узлы и устройства, набор которых во многом определяет их функциональные возможности и области применения.

Они стали сегодня одним из самых распространенных элементов программируемой логики. Более двух третей мирового рынка микропроцессорных средств в настоящее время составляют именно однокристальные микроконтроллеры.

В структуру ОМК семейства PIC заложено много различных функциональных особенностей, делающих их самыми высокопроизводительными, микропотребляющими, помехозащищенными, программируемыми пользователем 8-ми битными микроконтроллерами. Благодаря этим особенностям ОМК семейства PIC могут обрабатывать аппаратно-программным способом как дискретные, так и аналоговые сигналы, а также формировать различного рода управляющие сигналы, а также осуществлять связь между собой и ЭВМ, находящейся на более высоком иерархическом уровне в системе.

Существует два принципиально разных подхода к проектированию цифровых устройств: использование принципа схемной логики или использование принципа программируемой логики.

Следует иметь в виду, что наивысшее быстродействие достигается в процессорах, в которых управляющее устройство строится с использованием системной логики, а операционное устройство выполняется в виде устройства, специализированного для решения конкретной задачи.

Мы будем использовать микроконтроллер фирмы Microchip со встроенным АЦП, и на его основе разрабатывать устройство контроля за уровнями входных аналоговых сигналов.

**1.Выбор и обоснование основных технических решений.**

**1.1 Детализация исходного ТЗ и постановка задачи (использование блочно-иерархического подхода при разработке данного устройства).**

Поставленную задачу можно разбить на 3 задачи:

1. Задача приема входных данных.

2. Задача обработки входных данных и принятие решения.

3. Выдача управляющего сигнала на объекты индикации.

В свою очередь задача приема входных данных содержит в себе 3 задачи малой размерности:

1. Прием аналогового сигнала;
2. цикл работы АЦП;
3. запись в РОН.

Задача обработки входных данных и принятия решения реализуется на основе 2 подзадач:

1. чтение двух констант (верхний и нижний предел) из ПЗУ;
2. сравнение констант с РОН.

Задача выдачи управляющего сигнала на объект управления содержит в себе 3 задачи малой размерности:

1. Преобразование информации о уровне входного аналогового сигнала в форму пригодную для выдачи на ЖКИ
2. Осуществление управления динамической индикацией с заданной частотой обновления;
3. Подача сигнала на зеленый светодиод в том случае, либо же подача сигнала на красный светодиод и на динамик (с определенной в ТЗ частотой) в зависимости от принятого решения.

В соответствии с блочно-иерархическим принципом это разбиение исходной задачи на ряд более простых задач можно представить следующей структурой (см. рис. 2.1).

Задача керування об’єктом

прием

входных

данных

обработки входных данных и принятия решения

выдача управляющего сигнала

Цикл работы АЦП

Чтение порта ОМК

Запись в РОН

Чтение констант из ПЗУ

Сравнение констант с данными в РОН

Управление динамической

индикацией

Преобразование инф. о ур. вх. аналогового сигнала в форму пригодную для выдачи на ЖКИ

Подача сигнала на светодиоды и

динамик в зав. от

принятого решения

Рисунок 1.1 Разбиение общей задачи на ряд подзадач.

**1.2 Источники информации (входных сигналов)**

Источниками информации могут служить любые устройства, выдающие плавно изменяющиеся во времени аналоговые сигналы уровень которых лежит в пределах 0-5 В ( уровни ТТЛ ).

**1.3 Приемники информации (выходных сигналов)**

Приемниками информации служат семисегментные светодиодные индикаторы , светодиоды и динамик.

**1.4 Возможные пути (варианты) решения поставленной задачи**

Все МКУ разрабатываются с помощью программных и аппаратных способов реализации.

Преимущества аппаратной реализации заключаются в том, что:

а) использование специальных БИС упрощает разработку и обеспечивает высокое быстродействие системы в целом;

б) уменьшается время на разработку и отладку устройства.

Преимущества программной реализации такие;

а) меньшая стоимость и потребляемая мощность системы ;

б) меньшее количество компонент в системе, а значит выше надежность системы в целом;

в) время жизни системы значительно выше по сравнению с аппаратной реализацией;

г) возможность простой модификации системы (путем перепрограммирования).

Не смотря на то, что численно преимуществ программной реализации больше, чем у аппаратной, бывают случаи, где без аппаратной части просто не обойтись. Но не в данной задаче.

Глобальная задача обработки входных данных и принятия решения будет реализована программным путем, так как именно для этого предназначен микроконтроллер. Если же входные данные обрабатывать аппаратно (собрать схему на жесткой логике), тогда ТЗ теряет свой смысл, в нем оговорено спроектировать микроконтроллерное устройство, а значит для МК останется только задача формирования выдачи выходного сигнала. Хотя эту задачу нельзя назвать слишком уж простой, и осуществить ее решение на жесткой логике было бы затруднительно и дороговато.

И зачем пытаться что-то реализовать аппаратно, если можно без особых усилий достичь того же результата, используя микроконтроллер. Поэтому обработкой входных сигналов будет заниматься МК под управлением соответствующей программы.

К тому же чем меньше элементов будет в проектируемом устройстве тем оно будет надежнее и дешевле.

**1.5. Возможные варианты структурных схем и их сравнительный анализ**

Для реализации данного устройство можно предложить следующие варианты:

1. на микроконтроллере со встроенным АЦП;

ВС

СД

УС

2

11

Блок индикации

 CPU

рис. 1.5.1 Структурная схема устройства на микроконтроллере со встроенным АЦП.

где :

ВС – входной аналоговый сигнал,

СД – сигналы данных для индикации (в том числе звуковой),

УС – сигналы управления индикацией

1. внешний АЦП + 3 портовый микроконтроллер без АЦП

14

ВС

СД

ЦС

2

11

Блок индикации

 CPU

АЦП

рис. 1.5.2 Структурная схема устройства на микроконтроллере с внешним АЦП.

где :

ВС – входной аналоговый сигнал,

СД – сигналы данных для индикации (в том числе звуковой),

УС – сигналы управления индикацией

1. внешний АЦП + компоратор + дешевый 2 портовый

 микроконтроллер.

Кі1

Блок компорации

14

АЦП

ВС

ФК

14

14

Кі2

Блок индикации

 CPU

11

СД

2

УС

рис. 1.5.3 Структурная схема устройства на микроконтроллере с внешним АЦП и блоком компорации.

где :

ВС – входной аналоговый сигнал,

СД – сигналы данных для индикации (в том числе звуковой)

УС – сигналы управления индикацией

ФК – флаг компорации (результат сравнения)

Кі1, Кі2 – константы нижнего и верхнего пороговых уровней

**1.6 Обоснование выбора структурной схемы**

Учитывая все аспекты, рассмотренные в п.1.4 ПЗ, мы выбираем 1 вариант реализации (на микроконтроллере со встроенным АЦП).

**1.7. Обоснование выбора ОМК для решаемой задачи**

Для решения данной задачи необходим МК, который содержит в себе следующие характеристики в соответствии с ТЗ:

1. Встроенный АЦП с разрядностью 8р.
2. имеет 1 линий для ввода аналогового сигнала
3. имеет 14 линий вывода (8 – входные данные для семисегментные световые индикаторы, 3 – для выбора индикатора, 2-для светодиодов и 1- для динамика );
4. позволяет использовать кварцевый и внешний генератор;
5. имеет в наличии ПЗУ;
6. будет доступным и сравнительно недорогим.
7. иметь достаточное быстродействие

Еще одним немаловажным моментом является наличие документации на МК, чтобы правильно его запрограммировать.

Учитывая все требования, нами был выбран микроконтроллер PIC16C72, так как он в наибольшей степени удовлетворяет всем вышесказанным условиям.

Но поскольку оценить нужное быстродействие без написания программы трудно, возможно нам придется заменить его на микроконтроллер того же семейства 16с7х но более быстродействующий.

**2. Структурная схема устройства и её описание**

**2.1Структурная схема**

После обоснования выбора структурной схемы устройства останавливаемся на схеме с микроконтроллером со встроенным АЦП. Структурная схема приведена на рисунке 2.1.

ВС

СД

УС

2

11

Блок индикации

 CPU

рис. 2.1 Структурная схема устройства на микроконтроллере со встроенным АЦП.

где :

ВС – входной аналоговый сигнал,

СД – сигналы данных для индикации (в том числе звуковой),

УС – сигналы управления индикацией

* + 1. **Назначение отдельных функциональных блоков**

Блок ЦПУ предназначен для преобразования входного аналогового сигнала в цифровое представление, сравнения этого значения с константами и в зависимости от результата сравнения осуществлять управление устройством индикации, предварительно преобразовав информацию о уровне аналогового входного сигнала в форму пригодную для блока индикации.

Блок индикации предназначен для вывода информации о уровне входного аналогового сигнала, в виде десятичных чисел, с заданными количеством знакомест и частотой обновления данных. Кроме того блок индикации с помощью двух светодиодов и динамика информирует попадает ли уровень сигнала в область, ограниченную константами Кі1 и Кі2.

* 1. **Описание принципа действия и общий алгоритм работы**

Аналоговый сигнал, поступающий на вход АЦП микроконтроллера, преобразовывается в цифровое представление. Затем микроконтроллер сравнивает уровень входного сигнала с двумя константами, хранящимися в ПЗУ, и в зависимости от результата сравнения подает сигналы на динамик и светодиоды, по линиям СД. Кроме того микроконтроллер преобразовывает информацию о уровне аналогового входного сигнала в форму пригодную для блока индикации, эта информация передается по линиям СД.

Обновление информации на блоке индикации целиком зависит от МК, оно происходит с заданной частотой 44 Гц. По линиям УС, от микроконтроллера в блок индикации, передаются сигналы, предназначенные для выбора знакоместа.

#### **2.3 Функциональная схема устройства и ее краткое описание**

C2

Rs

+5 B

8

Светодиод

 PB0-

 PB7

PA0

PA1

PA2

jlbjl

ВС

Светодиод

 PB0-

 PB7

PA0

PA1

PA2

jlbjl

 CPU

RA0 RB0-

 RB7

Vcc

 RC0-OSC1 RC1

 RC2

OSC2 RC3

 RC4

2

Динамик

 PB0-

 PB7

PA0

PA1

PA2

jlbjl

ВС

XTAL

C1

0 B

ВХ PB7

PA0

PA1

PA2

jlbjl

ВС

## Рисунок 3.1 Функциональная схема МКУ

**Тактирование**

поскольку на устройство наложены достаточно жесткие меры по скорости измерения мы будем использовать кварцевый генератор, кроме того с помощью замены кварца мы можем варьировать временем выполнения программы.

* 1. **Расчет потребляемой мощности и определение требований к источникам питания.**

**4.1 Расчет потребляемых токов**

Расчет потребляемых токов сводится к тому, что необходимо определить суммарное потребление тока всеми микросхемами, то есть:

 (4.1)

где Iобщ - общий ток, потребляемый устройством,

Ik - ток, потребляемый k-той микросхемой,

m - общее число микросхем,

n - число микросхем данного типа.

\*При условии индикации «8». Поскольку у нас динамическая индикация, то одновременно горит только один индикатор, поэтому общий потребляемый ток равен 35 mA( тоже самое и со светодиодами).

Получаем общий ток потребления:

Iобщ = 25 + 35 + 10+ 25 = 95 mA

**4.2 Расчет потребляемой мощности**

Расчет потребляемой мощности сводится к тому, что необходимо определить мощность потребляемую устройством, то есть:

 (4.2)

где Робщ - общая потребляемая мощность,

Uпит - напряжение питания,Iобщ - общий ток потребления.



Принимаем потребляемую мощность не более 0,5 Вт.

**4.3 Расчет надежности**

Интенсивность отказов λ характеризуется отношением числа изделий в единицу времени к числу изделий, продолжающих оставаться исправными к началу рассматриваемого промежутка времени:

 (4.3)

где m - число изделий, отказавших за время t,

N - число исправно работающих изделий к началу промежутка времени.

Интенсивность отказов элементов следующая:

микросхемы – 0.85⋅10-6 (ч-1),

резисторы – 0.9⋅10-6 (ч-1),

конденсаторы – 1.4⋅10-6 (ч-1).

Тогда,

 (ч-1)



Поскольку не учтена интенсивность отказа некоторых элементов примем что наработка на отказ составит около 35 000 часов. Такую надежность устройства можно считать приемлемой.

**5. Расчет временных параметров**

По ТЗ разрабатываемое устройство должно проводить динамическую индикацию с частотой 44Гц. И, в определенной ситуации, звуковую индикацию, с частотой последовательности импульсных сигналов 3730 Гц.

Для соблюдения поставленных в ТЗ условий нам потребуется выполнять процедуру динамической индикации через время tди=22727 мкс, а процедуру звуковой индикации через время tзи=268 мкс.

Нам известно что скорость выполнения одной команды, при использовании PIC16C72, тактируемого от кварца 4Мгц, занимает четыре такта (не считая goto и т.п.), т.е скорость выполнение среднестатистической команды равна 1 МГц. Значит наша процедура динамической индикации должна срабатывать каждые 22727 командных циклов микроконтроллера, а процедура звуковой индикации каждые 268 командных циклов.

Кроме того нам известно, что АЦ преобразование в выбранном нами микроконтроллере (PIC16C72) длиться не более 20 мкс.

Эти данные будут нужны при настройке таймеров и задержек в программе.

**6. Разработка и отладка рабочей программы .**

Возможно предложить следующие варианты решения поставленной задачи:

1. Написать программу которая в непрерывном цикле Производит АЦП преобразование, перевод результата в семисегментный код, и осуществляет динамическую индикацию.

Преимущества : легко написать программу (не сложный алгоритм)

Недостатки: труднее высчитывать задержки для обеспечения динамической и звуковой индикации с заданной частотой. Из-за не постоянного времени выполнения процедуры преобразования в семисегментный код, не получиться обеспечить точную частоту обновления.

1. Написать программу которая в непрерывном цикле Производит АЦП преобразование, перевод результата в семисегментный код. Складывает результаты в буффер. По прерываниям таймеров происходит динамическая и звуковая индикация.

Преимущества: данный подход обеспечит точную частоту звуковой и динамической индикации. Не нужно подбирать задержки для индикаций. Можно чаще снимать данные с АЦП и выводить их позднее, а это уменьшает вероятность того, что мы пропустим резкое изменение уровня входного сигнала.

Недостатки: разработка программы усложниться за счет использования таймеров и прерываний от них. Кроме того нужно каким-то образом организовать буфер для хранения результатов АЦП.

Учитывая все вышесказанное, мы выбираем 2 вариант, т.к. на наш взгляд он более приспособлен для решения поставленной задачи.

* 1. **Блок-схемы алгоритмов и их описание**

* 1. **Структура программы**

Микроконтроллер выполняет следующие функции:

* прием аналогового сигнала ;
* АЦП преобразование ;
* Преобразования результата АЦП в семисегментный код ;
* принятие решения о выходе уровня входного сигнала за пороговые уровни.
* Вывод преобразованных значений на светодиодные индикаторы(осуществление динамической индикации с заданной частотой)
* выдача сигнальных сообщений на светодиоды и динамик.

Программа содержит следующие участки программы:

INIT – производит перевод всех портов и регистров устройства в исходное состояние;

MAIN – основная программа;

IRQTMR1 - подпрограмма обработки прерывания от таймера1 (для динамической индикации)

IRQTMR2 - подпрограмма обработки прерывания от таймера2

 (для звуковой индикации)

INDICATION – подпрограмма обновления состояния индикатора;

BINTOSEVEN – подпрограмма перевода числа из двоичного кода в семисегментный код.

SOUNDINDICATION – подпрограмма звуковой индикации

* 1. **Текст программы.**

Текст программы приведен в приложении А.

* 1. **Технология отладки программы**

При разработке и отладке программы была использована бесплатная программа Mplab предоставляемая фирмой Microchip.

MPLAB - это интегрированная среда разработки (IDE) для семейства микроконтроллеров PICmicro фирмы Microchip Technology Incorporated. MPLAB позволяет писать, отлаживать и оптимизировать программы для Ваших разработок. MPLAB включает текстовый редактор, симулятор (виртуальный отладчик), менеджер проектов и поддерживает эмуляторы (внутрисхемные отладчики) MPLAB-ICE и PICMASTER , программаторы PICSTART Plus и PRO MATE II и другие средства и инструменты разработок фирмы Microchip и других фирм.

Инструментальные средства MPLAB, организованные как ниспадающие меню и определяемые быстрые клавиши, позволяют:

- ассемблировать, компилировать исходный текст;

- отлаживать логику работы, наблюдая с помощью симулятора или, в реальном времени, с эмулятором MPLAB-ICE ;

- просматривать переменные в окнах просмотра;

- программировать кристаллы с помощью программаторов PICSTART Plus или PRO MATE II

- и многое другое.

Так как MPLAB не корректно работает с АЦП, отладка программы выполнялась путем замены результата АЦП числами, которые не выходили за пороговые значения(заданными константами К1 и К2) и на числа которые:

а) меньше нижней границы ;

б) больше верхней границы .

* 1. **Технология отладки программы**
		1. **Компиляция (с распечаткой всех файлов, полученных во время компиляции: obj, lst, erl, sym)**

В ходе компиляции был получен объектный модуль и НЕХ – файл пригодный для прошивки в память микроконтроллера.

Приведем фрагменты файлов полученных во время компиляции:

Файл KURSOV.lst:

MPASM 02.50.02 Intermediate KURSOV.ASM 4-20-2006 9:09:06 PAGE 1

LOC OBJECT CODE LINE SOURCE TEXT

 VALUE

 00001 list p=16C72

 00002 #include <P16C72.inc>

 00001 LIST

 00002 ; P16C72.INC Standard Header File, Version 1.01 Microchip Technology, Inc.

 00249 LIST

 00003

 00000020 00004 TMP EQU 20H

 00000021 00005 K1 EQU 21H

 00000022 00006 K2 EQU 22H

 00007

 00000023 00008 SOTNI EQU 23H

 00000024 00009 DESYATKI EQU 24H

 00000025 00010 EDINICI EQU 25H

 00011

 00000028 00012 SAVEW EQU 28H

 00000030 00013 SAVEW2 EQU 30H

 00000029 00014 SAVESTATUS EQU 29H

 00000031 00015 SAVESTATUS2 EQU 31H

 00016

 00000026 00017 SV EQU 26H ; STACK VERTEX

 00000027 00018 SP EQU 27H ; STACK POINTER

 00019

 00020

 00000032 00021 DINAMIK EQU 32H

 00022

 00000033 00023 CT EQU 33H ; FOR DELAY

 00024

 00025 ;STK 40h-5Eh ; STACK ADDRES FOR TEN BCD TRIADS

 00026

Warning[205]: Found directive in column 1. (ORG)

0000 00027 ORG 0x00 ; processor reset vector

0000 28B5 00028 GOTO Start ; go to beginning of program

 00029

 00030

00031 ; -------------IRQ

Warning[205]: Found directive in column 1. (ORG)

0004 00032 ORG 0x04 ; обработка прерывания осуществляется за 9 циклов (4,5 мкс)

0004 1C0C 00033 BTFSS PIR1, TMR1IF ; анализ

0005 2818 00034 goto IRQTMR2 ; источника прерывания

 00035

0006 00036 IRQTMR1 ; обработчик прерывания от таймера

 00037 ;------ PUSH REGISTERS---------

0006 00A8 00038 MOVWF SAVEW

0007 0803 00039 MOVF STATUS,W

0008 00A9 00040 MOVWF SAVESTATUS

0009 0804 00041 MOVF FSR,W

000A 00A6 00042 MOVWF SV

 00043 ;------------------------------

000B 1010 00044 BCF T1CON,TMR1ON ; TIMER STPR

000C 3038 00045 MOVLW B'00111000'

000D 008E 00046 MOVWF TMR1L

000E 30A7 00047 MOVLW B'10100111'

000F 008F 00048 MOVWF TMR1H

MPASM 02.50.02 Intermediate KURSOV.ASM 4-20-2006 9:09:06 PAGE 2

LOC OBJECT CODE LINE SOURCE TEXT

 VALUE

0010 1410 00049 BSF T1CON,TMR1ON ; TIMER ON

0011 100C 00050 BCF PIR1, TMR1IF ; сброс флага переполнения от таймера

0012 2116 00051 CALL INDICATION

 00052

 00053 ;------ POP REGISTERS ---------

0013 0826 00054 MOVF SV,W

0014 0084 00055 MOVWF FSR

0015 0829 00056 MOVF SAVESTATUS,W

0016 0083 00057 MOVWF STATUS

0017 0828 00058 MOVF SAVEW,W

 00059 ;------------------------------

---------------------------------

---------------------------------

Файл KURSOV.err:

Warning[205] D:\MPLAB\KURSOV.ASM 27 : Found directive in column 1. (ORG)

Warning[205] D:\MPLAB\KURSOV.ASM 32 : Found directive in column 1. (ORG)

Warning[203] D:\MPLAB\KURSOV.ASM 83 : Found opcode in column 1. (retfie)

Warning[205] D:\MPLAB\KURSOV.ASM 86 : Found directive in column 1. (ORG)

Message[302] D:\MPLAB\KURSOV.ASM 107 : Register in operand not in bank 0. Ensure that bank bits are correct.

Message[302] D:\MPLAB\KURSOV.ASM 109 : Register in operand not in bank 0. Ensure that bank bits are correct.

Message[302] D:\MPLAB\KURSOV.ASM 111 : Register in operand not in bank 0. Ensure that bank bits are correct.

Message[302] D:\MPLAB\KURSOV.ASM 167 : Register in operand not in bank 0. Ensure that bank bits are correct.

Message[302] D:\MPLAB\KURSOV.ASM 168 : Register in operand not in bank 0. Ensure that bank bits are correct.

Warning[203] D:\MPLAB\KURSOV.ASM 322 : Found opcode in column 1. (RETURN)

Warning[203] D:\MPLAB\KURSOV.ASM 399 : Found opcode in column 1. (RETURN)

Warning[203] D:\MPLAB\KURSOV.ASM 419 : Found opcode in column 1. (RETURN)

Warning[203] D:\MPLAB\KURSOV.ASM 434 : Found opcode in column 1. (RETURN)

Warning[205] D:\MPLAB\KURSOV.ASM 438 : Found directive in column 1. (END)

Файл KURSOV.hex:

:02000000B52821

:080008000C1C1828A8000308D5

:10001000A9000408A600101038308E00A7308F0009

:1000200010140C10162126088400290883002808C3

:100030008C1C2628B0000308B1001211003091007A

:0E00400012158C105C21310883003008090075

:0C01540082073F3406345B344F346634BD

:100160006D347D3407347F346F3403138316FF30CE

:10017000850000308600003087008312FF30A00029

:10018000A501A301A401B201850186018701073001

:100190008700FF30B3007830A2002D30A10040303E

:1001A0008400A700A60038308E00A7308F00900191

:1001B00010140C108B170B1783160C148C1483124D

:1001C000C1309F001F1534211F19E4287F309E0085

:1001D0001E08A000FF30B300000000000000000077

:1001E000000000000000000000000000000000000F

:1001F00000000000000000000000B30BEC2803101A

:1002000021082002031C0D29031020082202031CD0

:100210000D29121187150712DF2807168711920181

:100220008C101211FC3091001215DF282708840071

:1002300000080710860067210714840A0008871049

:10024000860067218714840A000807118600672149

:100250000715840A03105E300402031C3129403064

:1002600084000408A7000800A301A401A501A30AB3

:100270006430A00203183729A3036430A007A40A3E

:100280000A30A00203183F29A4030A30A00720085F

:10029000A500AA208000840A2408AA208000840ADD

:1002A0002308AA208000840A03105E300402031C85

:1002B0005B29403084000800031001303202031C27

:1002C0006429B20387120800B20A87160800FF30BB

:1002D000B30000000000000000000000000000006B

:0602E000B30B69290800C0

:00000001FF

* + 1. Моделирование

Моделирование производилось в интегрированной среде разработки MPLAB (кратко в разделе 6.5 этого документа).

Для проверки состояния регистров мы использовали окно «watch», а для подсчета времени выполнения процедур в программе были расставлены breakpoint’ы и использовалось окно «stopwatch» .

В результате моделирования установлена работоспособность программы. исследованы получившиеся временные характеристики:

Процедура BINTOSEVEN– в худшем случае (при преобразовании уровня 5В) – 99 мкс.

Процедура INDICATION– 7694 мкс

Интервал между вызовами INDICATION – 22741 мкс (44Гц)

Интервал между вызовами SOUNDINDICATION – 268 мкс (3731Гц)

Данные временные характеристики полностью удовлетворяют ТЗ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. В.В.Скороделов "Проектирование устройств на однокристальных микроконтроллерах с RISC-архитектурой". Ч1,Ч2, Учебное пособие.
2. Угрюмов Е. П. Проектирование элементов и узлов ЭВМ. М.: Высшая школа, 1991.
3. Шило В. Л. Популярные цифровые микросхемы. М.: Радио и связь, 1988.
4. Тули М. Справочное пособие по цифровой электронике. М.: “Энергоатомиздат”, 1990.
5. Бирюков С.А. “Применение интегральных микросхем серии ТТЛ”. М.: “Патриот”, 1992.
6. Применение интегральных микросхем в электронной вычислительной технике. Справочник (под ред. Б.И.Файзулаева, –М, Радио и связь, 1989)
7. ГОСТ 2.102-68. Виды и комплектность конструкторской докуметации. М.: 1988.
8. ГОСТ 2.708-81. Правила выполнения электрических схем цифровой вычислительной техники. М.: 1988.
9. Разработка и оформление конструкторской документации. РЭА. Справочник (под ред. Э.Г.Романычевой – М.: Радио и связь, 1989)
10. Ю.В.Новиков, О.А.Калашников "Разработка устройств сопряжения". Издательство "ЭКОМ", Москва, 1998г. 355 с.

Заключение

В данном проекте был разработано устройство контроля за уровнями аналоговых сигналов.

Это устройство предназначено для измерения уровней входных аналоговых сигналов, проверки попадания уровня в определенные границы и отображения на цифровом табло текущего значения уровня сигнала.

Устройство реализовано на однокристальном микроконтроллере типа PIC16С71.

Применение в устройстве данного однокристального микроконтроллера привело к экономии элементов, возможности меняя программу работы в широких пределах корректировать алгоритм обработки данных. Также улучшились весогабаритные параметры.

Устройство имеет следующие характеристики:

Потребляемая мощность не более 0,5 Вт;

Наработка на отказ около 35000 часов;

Уровни входных сигналов 0-5 В.

Промоделировав работу программы и проанализировав, полученные при моделировании, временные характеристики можем сказать что устройство полностью удовлетворяет требованиям, поставленным в ТЗ.

В качестве улучшения можно предложить доработать устройство, а конкретнее добавить возможность контроля за уровнями аналоговых сигналов, уровень которых выше 5В.

В качестве решения можно предложить поставить на входе АЦП делитель уровня и учитывать его коэффициент деления в программе (для перевода результата отображения в семисегментный код ).

При таком подходе получиться полноценный вольтметр постоянного тока.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Обозначение | Наименование | Количество |
|  |  |  |
|  | Конденсаторы |  |
| С1 | K50-6-20 мкФ – 16В | 1 |
| С2-С3 | МРТ-111-20 пФ±10%-63В  | 2 |
| С4 | КМ – 6 – 9 - 0,47 +- 10% ОЖО 464. 023 ТУ | 1 |
|  |  |  |
|  | Микросхемы |  |
| DD1 | PIC16С72 | 1 |
| HG | АЛС324А | 3 |
|  |  |  |
|  | Кварц |  |
| ZQ1 | 4 МГц | 1 |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  | Разъемы |  |
| ХТ1 | СНО 4 | 1 |
|  |  |  |
|  | Телефон |  |
| BF1 | ТОН-2 | 1 |
|  |  |  |
|  | Кнопки |  |
| SA1 | П2К | 1 |
|  |  |  |
|  | Резисторы |  |
| R1 | ОМЛТ 0,125 – 300 Ом | 1 |
| R2-R11 | ОМЛТ 0,125 – 1,2 КОм | 10 |
|  |  |  |
|  |  |  |

# **Приложение А**

Текст программы:

 list p=16C72

 #include <P16C72.inc>

TMP EQU 20H

K1 EQU 21H

K2 EQU 22H

SOTNI EQU 23H

DESYATKI EQU 24H

EDINICI EQU 25H

SAVEW EQU 28H

SAVEW2 EQU 30H

SAVESTATUS EQU 29H

SAVESTATUS2 EQU 31H

SV EQU 26H ; STACK VERTEX

SP EQU 27H ; STACK POINTER

DINAMIK EQU 32H

CT EQU 33H ; FOR DELAY

;STK 40h-5Eh ; STACK ADDRES FOR TEN BCD TRIADS

ORG 0x00 ; processor reset vector

 GOTO Start ; go to beginning of program

; -------------IRQ

ORG 0x04 ; обработка прерывания осуществляется за 9 циклов (4,5 мкс)

 BTFSS PIR1, TMR1IF ; анализ

 goto IRQTMR2 ; источника прерывания

IRQTMR1 ; обработчик прерывания от таймера

;------ PUSH REGISTERS---------

 MOVWF SAVEW

 MOVF STATUS,W

 MOVWF SAVESTATUS

 MOVF FSR,W

 MOVWF SV

;------------------------------

 BCF T1CON,TMR1ON ; TIMER STPR

 MOVLW B'00111000'

 MOVWF TMR1L

 MOVLW B'10100111'

 MOVWF TMR1H

 BSF T1CON,TMR1ON ; TIMER ON

 BCF PIR1, TMR1IF ; сброс флага переполнения от таймера

 CALL INDICATION

;------ POP REGISTERS ---------

 MOVF SV,W

 MOVWF FSR

 MOVF SAVESTATUS,W

 MOVWF STATUS

 MOVF SAVEW,W

;------------------------------

IRQTMR2

 BTFSS PIR1, TMR2IF; анализ

 goto RET

T2BREAK

;------ PUSH REGISTERS---------

 MOVWF SAVEW2

 MOVF STATUS,W

 MOVWF SAVESTATUS2

;------------------------------

 BCF T2CON,TMR2ON ; TIMER2 STOP

 MOVLW B'00000000'

 MOVWF TMR2

 BSF T2CON,TMR2ON ; TIMER2 ON

 BCF PIR1, TMR2IF ; сброс флага переполнения от таймера

 CALL SOUNDINDICATION

;------ POP REGISTERS ---------

 MOVF SAVESTATUS2,W

 MOVWF STATUS

 MOVF SAVEW2,W

;------------------------------

RET

retfie ; возврат из прерывания

ORG 0xAA

TOSEVEN

 addwf PCL,F ; W + PC -> PC

 retlw b'00111111' ; ..FEDCBA = '0'

 retlw b'00000110' ; .....CB. = '1'

 retlw b'01011011' ; .G.ED.BA = '2'

 retlw b'01001111' ; .G..DCBA = '3'

 retlw b'01100110' ; .GF..CB. = '4'

 retlw b'01101101' ; .GF.DC.A = '5'

 retlw b'01111101' ; .GFEDC.A = '6'

 retlw b'00000111' ; .....CBA = '7'

 retlw b'01111111' ; .GFEDCBA = '8'

 retlw b'01101111' ; .GF.DCBA = '9'

Start

 BCF STATUS,6

 BSF STATUS,5 ; BANK1

 MOVLW B'11111111';INITA

 MOVWF TRISA

 MOVLW B'00000000';INITB

 MOVWF TRISB

 MOVLW B'00000000';INITC

 MOVWF TRISC

 BCF STATUS,5 ; BANK 0

;--------------------------- INIT VAR

;----------------- TESTS

 MOVLW B'11111111'

 MOVWF TMP

;----------------------

; CLRF TMP

 CLRF EDINICI

 CLRF SOTNI

 CLRF DESYATKI

 CLRF DINAMIK

 CLRF PORTA

 CLRF PORTB

 CLRF PORTC

 MOVLW B'00000111'

 MOVWF PORTC

 MOVLW B'11111111'

 MOVWF CT

 MOVLW .120

 MOVWF K2

 MOVLW .45

 MOVWF K1

;--------------------------- INIT STACK

 MOVLW 0x40

 MOVWF FSR

 MOVWF SP

 MOVWF SV

;--------------------------- INIT TIMER1

 MOVLW B'00111000'

 MOVWF TMR1L

 MOVLW B'10100111'

 MOVWF TMR1H

;------------------------------- INIT TIMER 2

; --------------------------- RUN TIMER1

 CLRF T1CON

 BSF T1CON,TMR1ON ; TIMER ON

 BCF PIR1,TMR1IF

 BSF INTCON,GIE

 BSF INTCON,PEIE

 BSF STATUS,5 ; BANK1

 BSF PIE1,TMR1IE

 BSF PIE1,TMR2IE

; MOVLW B'00000001'

; MOVWF PIE1

MAIN

;--------------------------------------------- ADC ------------

 BCF STATUS,5 ; BANK0

 MOVLW B'11000001'

 MOVWF ADCON0

 BSF ADCON0,2 ; START CONV

 CALL BINTOSEVEN

LOOP

 BTFSC ADCON0,2

 GOTO LOOP

;---------------------------- TEST VALUES

; MOVLW B'1100100' ; POADAET

; MOVLW B'0000000' ; NIJE

 MOVLW B'1111111' ; VISHE

 MOVWF ADRES

;---------------------------

 MOVF ADRES,W

 MOVWF TMP

;DELAY ;----5106-CYCLES 1CYCLE=1us

 MOVLW .255

 MOVWF CT

D2

 NOP

 NOP

 NOP

 NOP

 NOP

 NOP

 NOP

 NOP

 NOP

 NOP

 NOP

 NOP

 NOP

 NOP

 NOP

 NOP

 NOP

 DECFSZ CT,1

 GOTO D2

COMP

; ----------------- COMPARE -----------

; K1< ADC <K2 ????

;---- K1< ADC ? ----------

 BCF STATUS,0

 MOVF K1,W

 SUBWF TMP,0 ; ADFRES-K1

 BTFSS STATUS,0 ; ЕСЛИ ADRES<ki, ТО ПЕРЕЙТИ НА NO (ИНАЧЕ ПРО

 ; ПРОПУСТИТЬ СЛЕД КОМАНДУ)

 GOTO NO

;---- ADC <=K2 ? --------

 BCF STATUS,0

 MOVF TMP,W

 SUBWF K2,0 ; ADFRES-K1

 BTFSS STATUS,0 ; ЕСЛИ ADRES>ki, ТО ПЕРЕЙТИ НА NO (ИНАЧЕ ПРО

 ; ПРОПУСТИТЬ СЛЕД КОМАНДУ)

 GOTO NO

;YES

;--------------- TIMER 2 STOP

 BCF T2CON,TMR2ON ; TIMER STOP

 BSF PORTC,3

 BCF PORTC,4

 GOTO MAIN

NO

;--------------- TIMER2 ON WITH IMMIDIATLY IRQ

 BSF PORTC,4

 BCF PORTC,3

 CLRF T2CON

 BCF PIR1, TMR2IF ; сброс флага переполнения от таймера

 BCF T2CON,TMR2ON ; TIMER2 STOP

 MOVLW B'11111100'

 MOVWF TMR2

 BSF T2CON,TMR2ON ; TIMER2 ON

;--------------------------------------------------

 GOTO MAIN

; -------------------- DYNAMIC INDICATION PROCEDURE

INDICATION

;----------- RESTORE SP VALUE-----------

 MOVF SP,W

 MOVWF FSR

;---------------------------------------

 MOVF INDF,W

 BCF PORTC,0

 MOVWF PORTB

 CALL DELAY

 BSF PORTC,0

 INCF FSR,F

 MOVF INDF,W

 BCF PORTC,1

 MOVWF PORTB

 CALL DELAY

 BSF PORTC,1

 INCF FSR,F

 MOVF INDF,W

 BCF PORTC,2

 MOVWF PORTB

 CALL DELAY

 BSF PORTC,2

 INCF FSR,F

;-------------------CALCULATE SP (STACK POINTER)

;---- 5Eh< FSR ? ----------

 BCF STATUS,0

 MOVLW 0x5E

 SUBWF FSR,0 ; ADFRES-K1

 BTFSS STATUS,0 ; ЕСЛИ FSR<70h, ТО ПЕРЕЙТИ НА NO (ИНАЧЕ ПРОПРОПУСТИТЬ СЛЕД КОМАНДУ)

 GOTO SPFSRNO

 MOVLW 0x40

 MOVWF FSR

SPFSRNO

;------------ PUSH SP VALUE ----------

 MOVF FSR,W

 MOVWF SP

RETURN

;---------------------- BINARY TO SEVENSEGMENTS GODE CONVERTION

BINTOSEVEN

; ----------- MUL x2 --------------

 clrf SOTNI

 clrf DESYATKI

 clrf EDINICI

; RLF TMP,1

; BTFSS STATUS,0 ;

; GOTO M1

;

; MOVLW .2

; MOVWF SOTNI

; MOVLW .5

; MOVWF DESYATKI

; MOVLW .6

; MOVWF EDINICI

M1

;----------- convert bin to bcd -------------

; clrf SOTNI

pr0

 incf SOTNI,f ;разряд сотен

 movlw .100

 subwf TMP,f

 btfsc STATUS,0

 goto pr0

 decf SOTNI,f

 movlw .100

 addwf TMP,F

; clrf DESYATKI

pr1

 incf DESYATKI,F ;разряд десятков

 movlw .10

 subwf TMP,F

 btfsc STATUS,0

 goto pr1

 decf DESYATKI,F

 movlw .10

 addwf TMP,F

; clrf EDINICI

 movf TMP,W

 movwf EDINICI

;----------- convert bcd to seven segments code -------------

TTTT

 CALL TOSEVEN

 MOVWF INDF

 INCF FSR,F

 MOVF DESYATKI,W

 CALL TOSEVEN

 MOVWF INDF

 INCF FSR,F

 MOVF SOTNI,W

 CALL TOSEVEN

 MOVWF INDF

 INCF FSR,F

;-------------------CALCULATE SV (STACK VERTEX)

;---- 5Eh< FSR ? ----------

 BCF STATUS,0

 MOVLW 0x5E

 SUBWF FSR,0 ; ADFRES-K1

 BTFSS STATUS,0 ; ЕСЛИ FSR<70h, ТО ПЕРЕЙТИ НА NO (ИНАЧЕ ПРОПРОПУСТИТЬ СЛЕД КОМАНДУ)

 GOTO SVFSRNO

 MOVLW 0x40

 MOVWF FSR

SVFSRNO

RETURN

;---------------------- SOUND INDICATION PROCEDURE

SOUNDINDICATION

 BCF STATUS,0

 MOVLW 0x1

 SUBWF DINAMIK,0 ; ADFRES-K1

 BTFSS STATUS,0 ; ЕСЛИ FSR<70h, ТО ПЕРЕЙТИ НА NO (ИНАЧЕ ПРОПРОПУСТИТЬ СЛЕД КОМАНДУ)

 GOTO DIN

 DECF DINAMIK,F

 BCF PORTC,5

 RETURN

DIN

 INCF DINAMIK,F

 BSF PORTC,5

RETURN

DELAY ;----2555-CYCLES 1CYCLE=1us

 MOVLW .255

 MOVWF CT

D1

 NOP

 NOP

 NOP

 NOP

 NOP

 NOP

 NOP

 DECFSZ CT,1

 GOTO D1

RETURN

END