

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 27.01.2024 11:46:50
Уникальный программный ключ:
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра биомедицинской инженерии

Утверждаю
Проректор по учебной работе
О.Г. Локтионова
« 2023 г.



АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ РАСЧЕТА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СХЕМ

Методические рекомендации по выполнению практических работ для
студентов направления подготовки 12.03.04 – «Биотехнические
системы и технологии» (бакалавр)

Курс 2023

УДК 621.(076.1)

Составители: А.А.Кузьмин

Рецензент:

Кандидат технических наук, доцент *Т.Н. Конаныхина*

Автоматизированные системы расчета и проектирования электронных схем: методические рекомендации по выполнению практических работ для студентов направления подготовки 12.03.04 – «Биотехнические системы и технологии» (бакалавр) / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: А.А.Кузьмин. - Курск, 2023. -17 с.

Содержат методические рекомендации к проведению практических работ по дисциплине «Автоматизированные системы расчета и проектирования электронных схем». Методические указания по структуре, содержанию и стилю изложения материала соответствуют методическим и научным требованиям, предъявляемым к учебным и методическим пособиям.

Предназначены для студентов направления подготовки 12.03.04 – «Биотехнические системы и технологии» (бакалавр)

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 25.09.23 Формат 60x84 1/16
Усо.печ.л. 1,0. Уч.-изд.л. 0,9. Тираж 30 экз. Заказ: 1091. Бесплатно.
Юго-Западный государственный университет.
305040. г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

ВВЕДЕНИЕ

Основной целью проведения практических занятий является формирование умений и навыков по использованию современных технологий, включая автоматизированные системы расчета и проектирования электронных схем.

Проведению практических занятий предшествует самостоятельная работа студентов, направленная на ознакомление с соответствующим теоретическим материалом. При необходимости, студенты по заданиям преподавателей выполняют подготовительную работу, обеспечивающую более эффективный процесс закрепления умений и навыков.

Практические занятия проводятся в специализированном классе, оснащенном персональными ЭВМ не ниже Intel i3, с операционной системой не ниже Windows 7. При проведении практического занятия рекомендуется сочетание интерактивного и практического обучения.

Контроль умений и навыков, приобретаемых на практических занятиях осуществляется в форме собеседования.

Практическая занятие №1

Изучение принципов работы с САПР PROTEUS

1.1. Цель работы: Овладение практическими навыками создания электронных схем средствами САПР PROTEUS

1.2. Краткие теоретические сведения

Система автоматизированного проектирования электронных схем САПР Proteus предназначена для автоматизированного расчета, моделирования и проектирования электронных схем и элементов. В данной практической работе данная САПР будет рассмотрена на примере использования модуля АЦП микроконтроллера. Микроконтроллеры PIC16 имеют в своем составе 10-ти разрядный модуль аналого-цифрового преобразователя (АЦП) последовательного приближения. Метод последовательного приближения предполагает получение результата за несколько измерений (сравнений), с постепенным увеличением точности в каждом последующем сравнении. Таким образом, преобразование выполняется за несколько машинных циклов. Естественно, данный метод уступает параллельным АЦП по скорости преобразования, в которых результат получают за один такт (машинный цикл). На рисунке ниже представлена структурная схема аналогового входа АЦП:

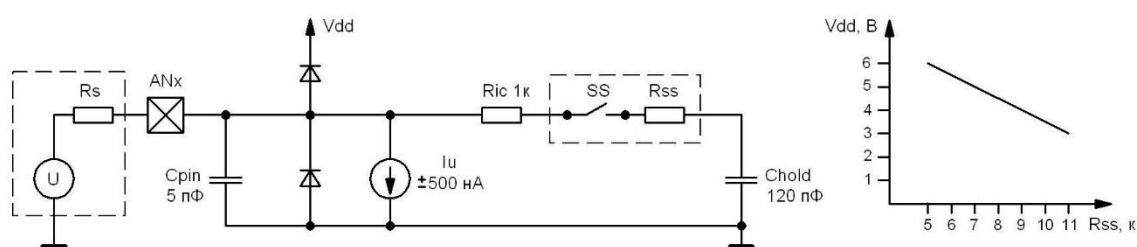


Рис.1.1. Структурная схема АЦП

Здесь R_s – это внутреннее сопротивление источника напряжения, ANx – линия порта микроконтроллера, обладающая емкостью C_{pin} и током утечки I_u . Внутренние соединения микроконтроллера имеют сопротивление R_{ic} . Переключатель SS имеющий сопротивление R_{ss} , подключает линию порта ANx к конденсатору C_{hold} модуля АЦП. Коммутация переключателя SS производится при выборе аналогового

канала, каждому каналу соответствует свой переключатель. Сопротивление переключателя защелки зависит от напряжения питания, график зависимости показан на рисунке справа.

Процесс измерения напряжения выглядит следующим образом: при выборе аналогового канала происходит коммутация переключателя SS, тем самым конденсатор Chold подключается к соответствующей линии порта микроконтроллера и начинает заряжаться. После получения команды начинается процесс преобразования, на время которого конденсатор отключается от линии порта. После выбора аналогового канала битами CHS(2:0) регистра ADCON0, необходимо организовать определенную паузу (T_{acq}) перед началом преобразования, для того чтобы конденсатор Chold успел зарядиться. В технической документации приводится расчет этого времени, который представлен ниже:

$$\begin{aligned} T_{ACQ} &= \text{Время задержки усилителя} + \text{Время заряда конденсатора } C_{\text{HOLD}} + \text{Температурный коэффициент} \\ &= T_{\text{AMP}} + T_C + T_{\text{COFF}} \\ &= 2\text{мкс} + T_C + [(Температура - 25^\circ\text{C})(0.05\text{мкс}/^\circ\text{C})] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_C &= - C_{\text{HOLD}} (R_{\text{IC}} + R_{\text{SS}} + R_S) \text{Ln}(1/2047) \\ &= - 120\text{пФ} (1\text{кОм} + 7\text{кОм} + 10\text{кОм}) \text{Ln}(0.0004885) \\ &= 16.47\text{мкс} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_{ACQ} &= 2\text{мкс} + 16.47\text{мкс} + [(50^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C})(0.05\text{мкс}/^\circ\text{C})] \\ &= 19.72\text{мкс} \end{aligned}$$

В основном на время заряда влияет внутреннее сопротивление источника напряжения R_s, которое не должно превышать 10 кОм, для компенсации внутреннего тока утечки I_u, кроме этого влияние оказывает сопротивление переключателя защелки R_{ss} и емкость самого конденсатора Chold, которая может различаться у различных моделей микроконтроллеров.

Время преобразования составляет 12T_{ad}, где T_{ad} это время получения одного бита, для корректного результата T_{ad} не должно быть меньше 1,6 мкс. Время T_{ad} в зависимости от частоты тактового генератора подбирается настройкой битов ADCS(2:0), в даташите на микроконтроллер для этого приводится таблица, где можно подобрать правильное значение. После окончания преобразования необходимо выдержать паузу не менее 2T_{ad} перед началом нового преобразования, в

течение этого времени конденсатор Chold не подключен к выбранной линии порта микроконтроллера. В принципе, если аналоговый канал не меняется и частота преобразований небольшая (время между преобразованиями больше чем $T_{acq} + 2T_{ad}$), можно и не рассчитывать временные задержки T_{acq} , $2T_{ad}$, и забыть о них.

Чтобы использовать линии порта микроконтроллера для АЦП, необходимо их настроить как аналоговые входы битами ANS(7:0) регистра ANSEL, при этом линия порта должна быть настроена на вход битами регистра TRIS. После этого выбирается требуемый аналоговый канал.

Результат преобразования (10 бит) сохраняется в регистрах ADRESH и ADRESL. Эти регистры представляют собой спаренный 16-ти разрядный регистр, запись результата может выполняться с правым или левым выравниваем, как показано на картинке ниже. Настройка выравнивания осуществляется с помощью бита ADFM регистра ADCON0.

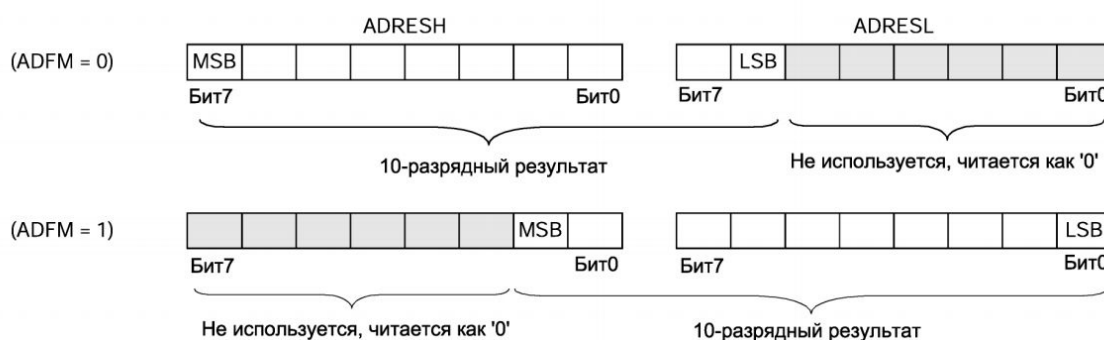


Рис.1.2. Регистры аналого-цифрового преобразователя

В качестве опорного напряжения может использоваться внешнее напряжение с вывода V_{ref} , или внутреннее V_{dd} от источника питания, настройка осуществляется битом VCFG. Для увеличения точности результата опорное напряжение должно быть стабилизированным с минимальным уровнем пульсаций. При опорном напряжении $V_{ref} = 5$ В, получим дискретность $5V/1024 = 0,0049$ В = 4,9 мВ для 10-ти битного результата. Для получения 8-ми битного результата необходимо применить левое выравнивание и считывать только регистр ADRESH, в этом случае для $V_{ref} = 5$ В дискретность составит $5V/256 = 0,0195$ В = 9,5 мВ.

Включение модуля АЦП производится битом ADON регистра ADCON0, запуск преобразования осуществляется установкой бита GO/-DONE

регистра ADCON0, который аппаратно сбрасывается после окончания преобразования, то есть проверкой этого бита можно определить конец преобразования.

1.3. Порядок выполнения работы

1.3.1. Загрузите программный комплекс Proteus

1.3.2 Разработайте микропроцессорную систему, принципиальная схема которой предстваленна на рис. 3.2.

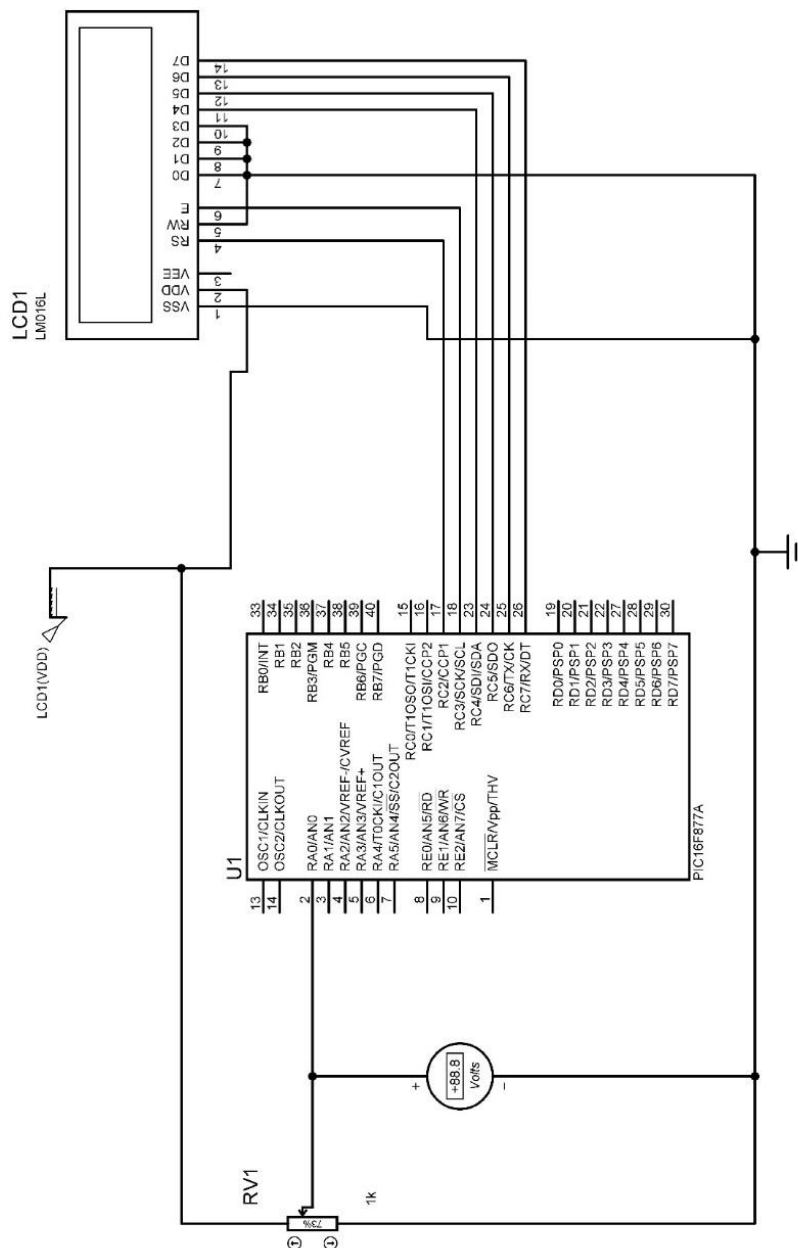


Рис.3.2. Принципиальная схема измерителя напряжения на базе микропроцессора PIC16f877A

1.3.3. Разработайте программу, позволяющую производить запуск АЦП, ожидание преобразования, чтение результата, вывод результата на модуль жидко-кристаллической индикации с представлением результата измерения в вольтах.

1.3.4 Отладьте программу и загрузите ее в микроконтроллер

1.3.5. Сделайте скриншот работы системы и внесите его в отчет

1.4 Содержание отчета

1. Титульный лист
2. Задание на практическое занятие
3. Листинг программы
4. Скриншот работы системы

Практическая занятие №2

Расчет входных элементов цифровых узлов: предварительные усилители, антиалиазинговые фильтры, аналого-цифровое преобразование

2.1 Цель работы: Изучение практических аспектов в расчетах элементов и узлов, использующих аналого-цифровое преобразование, расчет антиалиазинговых фильтров, расчет предварительных усилителей сигналов.

2.2 Краткие теоретические сведения

Широкое практическое использование ОУ в аналоговых схемах основывается главным образом на применении в них различного рода внешних ОС, чему способствует большое значение коэффициента усиления K_{ou} , а также высокое входное и малое выходное сопротивление ОУ. Высокие качества параметров современных интегральных ОУ позволяют без внесения заметной погрешности при расчете схем на ОУ принимать входные и выходные сопротивления, а также коэффициент усиления стремящимися к бесконечности.

Основными схемами на ОУ являются инвертирующий и неинвертирующий усилители, режим работы которых осуществляется в пределах линейного участка передаточной характеристики. Также весьма важны схемы компенсации напряжения сдвига.

Неинвертирующий усилитель изображен на рис. 2.1.

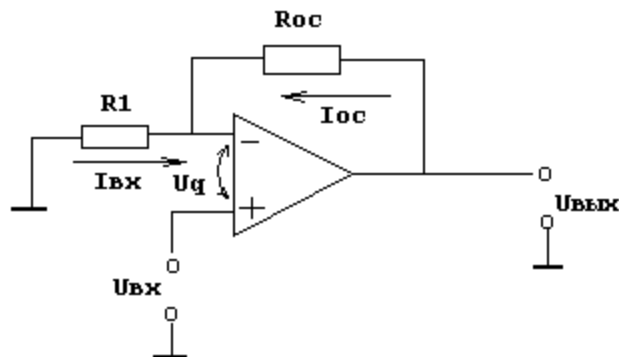


Рис. 2.1. инвертирующий усилитель на ОУ

Данная схема позволяет использовать в качестве неинвертирующего усилителя ОУ, схема обладает высоким полным

входным сопротивлением, причем коэффициент усиления всей схемы по напряжению может быть жестко задан с помощью сопротивлений R_1 и R_{oc} .

В данной схеме входной сигнал подается на неинвертирующий вход ОУ.

Усилитель содержит последовательную отрицательную обратную связь по напряжению, создаваемую на резисторе R_{oc} и поданную на инвертирующий вход.

Полное входное сопротивление всей схемы оказывается высоким, так как единственным путем для тока между входом и землей является высокое полное входное сопротивление ОУ.

Сопротивления R_1 и R_{oc} образуют делитель напряжения с очень малой нагрузкой, так как ток, необходимый для управления усилителем, очень мал ($I_{см} \gg 0$).

Поэтому через R_1 и R_{oc} течет одинаковый ток и напряжение, приложенное к инвертирующему входу, равно:

$$U_{вх.инв} = U_{вых} R_1 / (R_1 + R_{oc})$$

Так как $I_{R1} = I_{R_{oc}}$, $R_{вх}$, имеем

$$I_{R1} = U_{R1} / R_1, I_{R_{oc}} = U_{R_{oc}} / R_{oc}, U_{вх.инв} = U_{вх} + U_q,$$

поэтому

$$I_{R1} = (U_{вх} + U_q) / R_1, I_{R_{oc}} = (U_{вых} - (U_{вх} + U_q)) / R_{oc}$$

Следовательно:

$$(U_{вх} + U_q) / R_1 = (U_{вых} - (U_{вх} + U_q)) / R_{oc}$$

Так как

$$U_{вых} = K U_q \text{ и } U_q = U_{вх} / K,$$

то если $K \gg 1$, $U_q \gg 0$, можно написать

$$U_{вх} / R_1 = (U_{вых} - U_{вх}) / R_{oc}$$

Найдем отсюда коэффициент усиления схемы $U_{вых} / U_{вх}$, который называют коэффициентом усиления с замкнутой ОС ($K_{ос}$), или коэффициентом усиления замкнутого усилителя, т.е.

$$U_{вх} R_{oc} = R_1 U_{вых} - R_1 U_{вх}$$

$$U_{вх} (R_{oc} + R_1) = R_1 U_{вых}$$

$$(R_{oc} + R_1) / R_1 = U_{вых} / U_{вх} = K_{ос}$$

$$K_{ос} = R_{oc} / R_1 + 1, \text{ когда } K \gg K_{ос}.$$

Сопровитвления $R1 + R_{oc}$ следует выбирать так, чтобы общий ток нагрузки с учетом этого сопротивления не превышал максимального выходного тока усиления.

2.3 Задание для практической работы.

1. Рассчитайте параметры элементов и узлов предварительного усилителя, созданного на основе инвертирующего ОУ с коэффициентом усиления, указанным преподавателем

2. Получите у преподавателя математическую модель сигнала, рассчитайте необходимую частоту дискретизации для оцифровки этого сигнала

3. Рассчитайте параметры антиалиазингового фильтра

4. Используя САПРП создайте схему, позволяющую осуществить ввод указанного сигнала в микроконтроллер

5. Создайте и отладьте программу для функционирования заданной системы

6. Загрузите программу в микроконтроллер и убедитесь в правильности функционирования системы.

2.4 Содержание отчета

1. Титульный лист

2. Задание на практическую работу

3. Листинг программы

4. Скриншот работы микропроцессорной системы

Практическая занятие №3

Построение систем индикации на базе жидкокристаллических и светодиодных матричных индикаторов

3.1. Цель работы: Изучение программно-технических средств для разработки, проектирования и расчета электронных схем, их использования в микропроцессорных система и их программирования

3.2 Краткие теоретические сведения

Разработка библиотеки элементов электрической схемы является важной задачей при практическом использовании вычислительных средств для автоматизации процесса разработки и проектирования. При разработке программ для микроконтроллерных устройств разработчик программы встречает ряд трудностей, преодоление которых отнимает время. Программист вынужден детально вникать в структуру программируемого микроконтроллера, изучать назначение множества его регистров, вплоть до каждого разряда, систему команд и т.п. Кроме того, существуют непроизводительные затраты времени, связанные с повторением этапов, многократно пройденных другими разработчиками.

Программисты при разработке программы, как правило, создают коды, с помощью которых выполняются процедуры инициализации регистров и векторов прерываний микроконтроллера, формируют функции и обработчики прерываний для внутренних интерфейсов микроконтроллера и внешних компонентов. Тем самым разработчики программ фактически повторяют многие стандартные процедуры. При этом большая часть времени тратится на отладку создаваемых функций и обработчиков.

Если для реализации конкретного алгоритма работы устройства действительно требуется уникальный код программы, то для организации работы с внутренними интерфейсами микроконтроллера и стандартизованными внешними устройствами вполне можно обходиться готовыми и проверенными библиотеками, имеющими в своём составе набор самых разнообразных функций для конкретного типа микроконтроллера.

Здесь можно провести аналогию с популярной средой разработки программ для персональных компьютеров Microsoft Visual C++, которая комплектуется библиотекой готовых функций MFC. Такой комплект позволяет создавать сложные программы в довольно сжатые сроки, не тратя массу времени на разработку функций для работы с клавиатурой, манипулятором «мышь», портами компьютера, файлами графики, звуком и т.п. Аналогичные функции имеет среда разработки Borland C++ Builder с библиотекой VCL, а также другие мощные инструменты для разработки компьютерных программ для ПК.

Однако, в настоящее время не только разработчики программ для ПК, но и разработчики программ микроконтроллерных устройств могут воспользоваться замечательной средой, имеющей в своём составе настоящий арсенал готовых функций, позволяющих использовать всю внутреннюю архитектуру микроконтроллера с многочисленными типами интерфейсов и множеством стандартизованных внешних устройств. Одним из таких программных инструментов является среда разработки mikroC компании Mikro-Elektronika.

Данная среда разработки позволяет быстро создавать эффективные программы на весьма распространённом и популярном языке высокого уровня Си. Среда имеет удобный и эргономичный интерфейс пользователя (IDE) со встроенным редактором и мощным отладчиком программ. Встроенный в среду разработки мастер проектов позволяет в считанные минуты создать заготовку рабочей программы для любого микроконтроллера из целого семейства микроконтроллеров. Библиотека готовых функций, входящая в состав этой среды, обеспечивает программиста мощной поддержкой для быстрого и безошибочного создания практически любой программы.

Среда mikroC включает в себя огромное количество библиотечных функций - практически на все случаи жизни. Она содержит функции, которые поддерживают следующие устройства и интерфейсы:

1. встроенный аналого-цифровой преобразователь (АЦП) микроконтроллера;
2. внутреннюю энергонезависимую память EEPROM микроконтроллера;
3. внутренние широтно-импульсные модуляторы (PWM) микроконтроллера;
4. внешние сменные карты памяти типа MMC, SD и Compact Flash;
5. файловую систему FAT;
6. алфавитно-цифровые жидкокристаллические индикаторы (LCD, ЖКИ);
7. графические жидкокристаллические индикаторы (GLCD, ЖК-дисплей);
8. интерфейсы I2C, SPI, 1-Wire, USART, RS-485, CAN, PS/2, USB (HID) и Ethernet.

Компания MikroElektronika создала среду разработки mikroC для таких популярных и известных микроконтроллеров, как семейство PIC компании Microchip, AVR компании Atmel и MCS-51. Ведётся разработка среды и для других типов МК, в том числе, для самых современных 32-разрядных ARM-контроллеров.

3.3. Порядок выполнения работы

1.3.1. Запустите программную среду Proteus

- 1.3.2. Добавьте в проект микроконтроллер Pic16F877A
- 1.3.3. Подключите к соответствующим линиям микроконтроллера кварцевый резонатор на частоту 20 МГц
- 1.3.4. Подключите к свободным цифровым линиям 8 светодиодов, последовательно к которым подключены токоограничивающие резисторы
- 1.3.5. Напишите программу, зажигающую светодиоды в соответствии с последовательностью, заданной преподавателем.
- 1.3.6. Откомпилируйте и загрузите программу в микроконтроллер
- 1.3.7 Убедитесь в правильности функционирования программного обеспечения микропроцессорной системы.

3.4. Содержание отчета

1. Задание на лабораторную работу
2. Последовательность действий, произведенных при выполнении задания
3. Текст программы
4. Скриншот работы созданной микропроцессорной системы

Практическая работа № 4

Алгоритмы обработки сигнала во временном домене

4.1. Цель работы: Приобретение практических навыков в реализации приборов и систем, позволяющих проводить автоматическую обработку сигналов во временном домене. Использование программного комплекса Matlab для расчета цифровых фильтров.

4.2. Краткие теоретические сведения:

Существует два принципиальных подхода в фильтрации сигнала: аналоговые фильтры, построение которых ведется с использованием активных и пассивных элементов, таких как операционные усилители, катушки индуктивности, транзисторы, конденсаторы и прочие. И цифровой способ обработки, когда для процесса фильтрации используется микроконтроллер и соответствующее программное обеспечение. Второй способ предпочтительнее, поскольку позволяет создавать любые фильтры высокого порядка с использованием программных средств, существенно снижая себестоимость конечного изделия, одновременно реализуя реализацию фильтров высокого порядка.

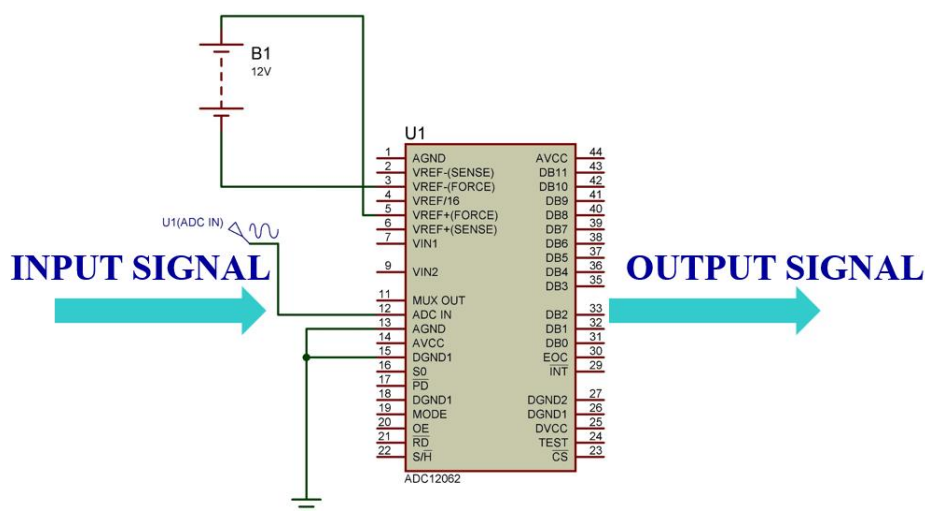


Рис.4.1. структура системы, реализующей цифровую фильтрацию

4.3.3. Запрограммируйте микропроцессорную систему таким образом, чтобы она реализовывала разработанный вами фильтр.

4.3.4. Отладьте и откомпилируйте программу

4.3.5. Убедитесь в правильной работе микроконтроллера и создайте скриншот работы системы

4.4 Содержание отчета

1. Титульный лист
2. Задание на лабораторную работу
3. Листинг программы
4. Скриншот работы приложения