# ВВЕДЕНИЕ

Согласно варианту задания на расчетно-графической работы необходимо разработать устройство обработки информации, с использованием микроконтроллера семейства MSP-430. Ввод информации происходит из внешней Flash-памяти. Информация из микроконтроллера выводится в цифро-аналоговый преобразователь.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

*3*

ЧНТУ.123121

ЧГТУ.080918

# 1 Анализ известных методов решения поставленной задачи

Рассмотрим подробнее функциональные узлы устройства, которое нужно разработать.

## Микроконтроллер MSP-430

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

*4*

ЧНТУ.123121

ЧГТУ.080918

Данное семейство микроконтроллеров рассчитано на обработку смешанных сигналов, и обладает сверхнизким энергопотреблением.

Микроконтроллеры этого семейства имеют следующие аппаратные особенности:

1. Внутреннее ОЗУ объемом до 64 килобайт;
2. GPIO в количестве 24, которые поддерживают интерфейсы I2C, SPI, UART, ;
3. До пяти 16-ти битных таймеров-счетчиков;
4. Встроенный тактовый генератор;
5. Минимальное напряжение питания - 1.8В, максимальное – 3.6В;
6. Интерфейс для последовательного обмена информацией с другими микроконтроллерами или персональными компьютерами.

Рассмотрим микроконтроллер из указанного семейства - MSP430G2203. Данный микроконтроллер содержит в составе порты ввода/ввода P1-P3, содержащие по 8 входов/выходов. Все порты поддерживают возможность подтягивающих резисторов. Количество ОЗУ равное 512 байт, а флеш-память контроллера составляет 16 килобайт. Выпускается контроллер в корпусах PDIP, TSSOP, VQFN

Функциональная схема контроллера приведена на рисунке 1.1.

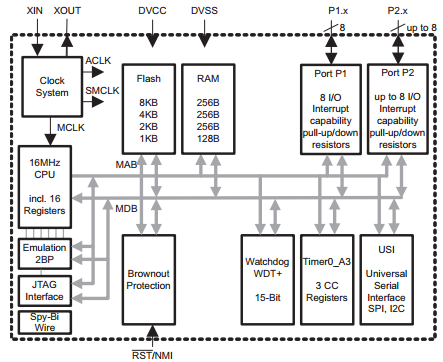


Рисунок 1.1 – Функциональная схема микроконтроллера MSP430G2102

**1.2 Компонент Flash-память**

Flash-память — это энергонезависимый тип памяти, позволяющий записывать и хранить данные в микросхемах, помещенных в миниатюрный плоский корпус. Карты flash-памяти не имеют в своем составе движущихся частей, что обеспечивает высокую сохранность данных при их использовании в мобильных устройствах (портативных компьютерах, цифровых камерах и др.).

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

*5*

ЧНТУ.123121

ЧГТУ.080918

В деятельности встраиваемых систем, микросхемы такого типа памяти часто применяются для хранения данных поступаемых с датчиков или сенсоров. Кроме того, часто также используется Flash-память для ввода данных, таких как изображения, показания с других устройств, и т.д. Само же управление данными происходит через специальный контроллер с интерфейсом I2C, SPI или USB.

**1.3 Компонент ЦАП**

Цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) — устройство для преобразования цифрового (обычно двоичного) кода в аналоговый сигнал. Цифро-аналоговые преобразователи являются интерфейсом между дискретным цифровым миром и аналоговыми сигналами.

ЦАП находятся в начале аналогового тракта любой системы, поэтому параметры ЦАП во многом определяют параметры всей системы в целом. Далее перечислены наиболее важные характеристики ЦАП.

Разрядность — количество различных уровней выходного сигнала, которые ЦАП может воспроизвести. Обычно задается в битах; количество бит есть логарифм по основанию 2 от количества уровней.

Максимальная частота дискретизации — максимальная частота, на которой ЦАП может работать, выдавая на выходе корректный результат. В соответствии с теоремой Найквиста — Шеннона (известной также как теорема Котельникова), для корректного воспроизведения аналогового сигнала из цифровой формы необходимо, чтобы частота дискретизации была не менее, чем удвоенная максимальная частота в спектре сигнала. Например, для воспроизведения всего слышимого человеком звукового диапазона частот, спектр которого простирается до 20 кГц, необходимо, чтобы звуковой сигнал был дискретизован с частотой не менее 40 кГц. Стандарт Audio CD устанавливает частоту дискретизации звукового сигнала 44,1 кГц; для воспроизведения данного сигнала понадобится ЦАП, способный работать на этой частоте. В дешевых компьютерных звуковых картах частота дискретизации составляет 48 кГц. Сигналы, дискретизованные на других частотах, подвергаются передискретизации до 48 кГц, что частично ухудшает качество сигнала.

Монотонность — свойство ЦАП увеличивать аналоговый выходной сигнал при увеличении входного кода.

Коэффициент нелинейных искажений — мера искажений и шума вносимых в сигнал ЦАПом. Выражается в процентах мощности гармоник и шума в выходном сигнале. Важный параметр при малосигнальных применениях ЦАП.

Динамический диапазон — соотношение наибольшего и наименьшего сигналов, которые может воспроизвести ЦАП, выражается в децибелах. Данный параметр связан с разрядностью и шумовым порогом.

Статические характеристики:

DNL (дифференциальная нелинейность) — характеризует, насколько приращение аналогового сигнала, полученное при увеличении кода на 1 младший значащий разряд (МЗР), отличается от правильного значения;

INL (интегральная нелинейность) — характеризует, насколько передаточная характеристика ЦАП отличается от идеальной. Идеальная характеристика строго линейна; INL показывает, насколько напряжение на выходе ЦАП при заданном коде отстоит от линейной характеристики.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

*6*

ЧНТУ.12321

ЧГТУ.080918

# РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТРУКТУРНОЙ

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

*7*

ЧНТУ.12321

ЧГТУ.080918

Разрабатываемое устройство предназначено для приема, преобразования и передачи информации.

Устройство будет состоять из следующих блоков:

1. Flash-память. Данный блок будет содержать модуль Flash-памяти и дополнительные компоненты необходимые для обеспечения передачи данных в микроконтроллер.
2. Микроконтроллер. Данный блок будет содержать непосредственно сам микроконтроллер семейства MSP-430 и все необходимые элементы для его типового подключения, такие как кварцевый генератор.
3. ЦАП. Данный блок будет содержать сам ЦАП и необходимые элементы для его типового подключения.

В ходе проектирования структурной схемы были выделены следующие блоки входящие в его состав: АЦП, микроконтроллер, ЖКИ. Каждый из этих блоков представляет собой законченное устройство, предназначенное для выполнения конкретных целей. Используя разработанную структурную схему устройства, можно спроектировать принципиальную схему, путем детализации отдельных блоков.

Flash-память

MSP-430

ЦАП

8

8

Рисунок 2.1–Схема электрическая структурная

**2.1 Выводы**

В ходе проектирования структурной схемы были выделены следующие блоки, входящие в его состав: клавиатура, микроконтроллер, ЦАП. Каждый из этих блоков представляет собой законченное устройство, предназначенное для выполнения конкретных целей. Используя разработанную структурную схему устройства, можно спроектировать принципиальную схему, путем детализации отдельных блоков.

# РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРИНЦИАЛЬНОЙ. ВЫБОР ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ

Для реализации и построения схемы электрической принципиальной устройства необходимо подобрать входящие в ее состав компоненты.

## 3.1 Выбор микроконтроллера

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

*8*

ЧНТУ.12321

ЧГТУ.080918

Ныне существует 528 различных микроконтроллеров семейства MSP-430 выпускаемых фирмой Texas Instruments. Для решения поставленной задачи неплохо подходит микроконтроллер MSP430G2102. Основные характеристики данного микроконтроллера показаны в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Основные характеристики микроконтроллера MSP430G2102

|  |  |
| --- | --- |
| Характеристика | Значение |
| Максимальная рабочая частота (MHz) | 16 |
| Энергонезависимая память (KB) | 1 |
| SRAM (KB) | 0.125 |
| GPIO | 16 |
| SPI | 1 |
| Timers 16-bit | 1 |
| Max VCC | 3.6 |
| Min VCC | 1.8 |
| ADC | N/A |
| Стоимость (USD) | 0.46 |

Как видно данный микроконтроллер является одним из самых дешевых в семействе MSP430, но при этом он имеет 2 порта ввода-вывода, а также поддерживает интерфейс SPI. Поэтому он подходит для работы с Flash-памятью и цифро-аналоговым преобразователем.

Распиновка микроконтроллера приведена на рисунке 3.1.

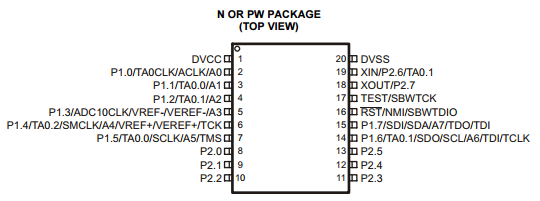


Рисунок 3.1 – Назначение выводов микроконтроллера MSP430G2102

## Выбор Flash-памяти

Исходя из того, что выбранный микроконтроллер может питаться от источника с напряжением 3.6В, а также имеет поддержку интерфейса SPI, необходимо выбрать модуль Flash-памяти с SPI интерфейсом и напряжением питания 3.6 В. Модуль Flash-памяти AT25DF081A фирмы Adesto Technologies является подходящим выбором, поскольку он имеет параметры удовлетворяющие требованиям. Основные характеристики модуля Flash-памяти указаны в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Основные характеристики Flash-памяти

|  |  |
| --- | --- |
| Характеристика | Значение |
| Максимальная рабочая частота (MHz) | 85 |
| Интерфейс | SPI |
| Плотность памяти (Mbit) | 8 |
| Напряжение питания (В) | 2.7 – 3.6 |

Распиновка Flash-памяти приведена на рисунке 3.2.

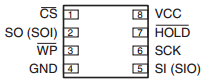


Рисунок 3.2 – Flash-память AT25DF081A

## Выбор цифро-аналогового преобразователя

Для цифро-аналогового преобразования был выбран ЦАП AD5601 фирмы Analog Devices. Выбор был обусловлен двумя причинами. Во первых, он параллельный, что сэкономить количество занятых ножек микроконтроллера. Во вторых он может питаться от источника с напряжением от 2.7 до 5.5, что позволяет питать микроконтроллер, Flash-память и ЦАП от одного источника напряжения.

**Вывод**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

*9*

ЧНТУ.12321

ЧГТУ.080918

ЧГТУ.080918

В результате проектирования была создана принципиальная схема устройства.

**ВЫВОДЫ**

В результате проектирования устройства были созданы 2 схемы: структурная и принципиальная. Были выделены 3 основных компонента данного устройства: внешняя Flash-память, микроконтроллер MSP-430 и цифро-аналоговый преобразователь. Внешняя память управляется с помощью интерфейса SPI, поэтому нужно было необходимо выбрать контроллер, который имеет в своей архитектуре минимум один вывод для обмена данными по интерфейсу SPI

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

*10*

ЧНТУ.12321

ЧГТУ.080918