РАЗРАБОТКА АЦП.

ВВЕДЕНИЕ

В данном курсовом проекте разработан аналого-цифровой преобразователь (АЦП)

поразрядного кодирования, преобразующий входное напряжение (0-5 в) в 12 –

разрядный цифровой код.

Пояснительная записка содержит 2 раздела:

В первом разделе производится анализ метода преобразования и разрабатывается

структура устройства;

Второй раздел включает разработку устройства (функциональная и принципиальная

схемы). Объем пояснительной записки составляет листов, в том числе 3 из них

приложения.

АНАЛИЗ МЕТОДА ПРЕОБРАЗОВАНИЯ И ВЫБОР СТРУКТУРЫ АЦП.

Анализ метода преобразования.

Метод поразрядного кодирования, при котором входная величина (Uвх)

последовательно сравнивается с суммой эталонов, имеющих значение квантов, где i

= n-1,n-2,….2,1,0 (n=12 – число разрядов выходного кода). Таким образом два

соседних эталона отличаются в два раза по значению. Уравновешивание входной

величины начинается с эталона имеющего максимальное значение. В зависимости от

результата сравнения получается цифра в старшем разряде выходного кода,

снимаемого с АЦП. Если эталон больше входной величины, то в старшем разряде кода

ставится 0 и дальше происходит уравновешивание входной величины следующим

эталоном в два раза меньшего значения. Если же первый эталон меньше (или равен)

входной величине, то в старшем разряде выходного кода ставится 1 и дальше

производится уравновешивание разности входной величины и первого эталона.

Аналогичные действия производятся для всех используемых эталонов. Следовательно,

после окончания преобразования входная величина будет уравновешена суммой тех

эталонов, у которых в соответствующих им разрядах кода стоят 1. Сравнение

входной величины и суммы эталонов производится с помощью одного сравнивающего

устройства [8].

Из описанного выше алгоритма классического метода поразрядного кодирования

видно, что при реализации этого метода преобразования необходим набор из 12

эталонных величин от минимальной Uэ1 = q равной кванту до максимальной Un = 2 ,

минимальную можно рассчитать по формуле:

(1.1)

где Uэ1 – величина напряжения младшего значащего разряда; Uвмах максимальное

входное напряжение АЦП; n – число разрядов в выходном коде.

Исходя из заданных значений по формуле 1.1 рассчитаем Uэ1:

Таким образом величина младшего значащего разряда приблизительно равна 1mv, что

с заданной точностью соответствует рассчитанному значению.

Таким образом, величина старшего разряда будет вычисляться по формуле:

Т.е. величина старшего разряда будет равна 0,001220\*2048=2.4985 в.

Преобразователи напряжения в код выполненные в виде замкнутых систем со

сравнением аналоговых величин имеют цепь обратной связи, в которую включен

цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) преобразующий параллельный код в

постоянное напряжение, которое сравнивается с входным напряжением АЦП.

Выбор структуры АЦП.

Проанализировав алгоритм преобразования можно выбрать следующую структуру

устройства рис.1.2.

Данная структура содержит:

устройство управления (УУ), предназначенное для формирования выходного кода АЦП;

ЦАП, необходимого для преобразования кодов в напряжение;

Схему сравнения (СС), необходимую для сравнения входного напряжения АЦП и

напряжения с выхода ЦАП.

Данный АЦП работает в двух режимах:

Режим сравнения входного напряжения АЦП с эталонным.

Режим хранения результата преобразования.

В первом режиме работы на схему приходит сигнал запуска и начинается процесс

сравнения входного напряжения АЦП и суммы эталонных напряжений формируемых при

помощи УУ на выходе ЦАП.

Во втором режиме внутри УУ формируется сигнал“конец преобразования”, после чего

АЦП хранит результат преобразования в виде цифрового кода на выходе АЦП.

РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ И ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ АЦП.

2.1 Разработка функционально схемы АЦП.

Функциональная схема АЦП (Приложение 2) реализующая метод поразрядного

кодирования и построенная по структуре рис.1.2, состоит из генератора тактовых

импульсов (ГТИ), регистра последовательного преобразования (РПП), компаратора,

ЦАП и ОУ.

Функцию каждого блока можно описать следующим образом:

УУ АЦП реализовано на (РПП), который обеспечивает выдачу эталонных кодов и

сохранение результатов сравнения их со входной величиной.

12 разрядный ЦАП, предназначенный для формирования эталонных напряжений с ОУ на

выходе т.к. ЦАПы такого типа имеют токовый выход.

Компаратор – сравнивающее устройство, которое обеспечивает сравнение входного

напряжения АЦП и напряжения с выхода ЦАП. В случае если входное напряжение

больше напряжения с выхода ЦАП на выходе компаратора появится 1.

Работу АЦП можно разбить на два этапа:

В первом этапе на РПП приходит сигнал запуска со схемы инициализации (СИ) и

тактовая частота с ГТИ, после чего в старшем разряде выходного кода РПП

устанавливается 1, код с РПП подается на ЦАП, который преобразует его в

напряжение равное 2,5 в, это напряжение поступает на сравнивающее устройство

(СУ) и сравнивается с входным напряжением ЦАП. В случае если входное напряжение

больше напряжения с выхода ЦАП на выходе компаратора появится 1, которая

поступает на информационный вход D РПП, в следствии чего произойдет сохранение

1в старшем разряде кода. В обратном случае в старший разряд РПП запишется 0.

Дальше происходит уравновешивание входной величины следующим эталоном в два раза

меньшего значения. Аналогичные действия производятся для всех используемых

эталонов.

На втором этапе на выходе Qcc (conversion complete) получаем информацию о

завершении преобразования, когда на этом выходе появляется низкий логический

уровень. С этого момента на выходе РПП будет хранится результат преобразования в

виде цифрового кода.

2.2. Разработка принципиальной схемы АЦП.

Все цифровые элементы принципиальной схемы (Приложение 3) выполнены на ТТЛ

логике 155 серии микросхем, так как она имеет наибольшее быстродействие и

сравнительно малое энергопотребление. Перечень элементов представлен в

спецификации (Приложение 1).

Работа устройства начинается с подачи сигнала запуска на вход S регистра РПП (DD

2), когда на него поступает низкий уровень регистр в первый момент тактового

импульса сбрасывается. Для инициализации схемы применена RC цепь с двумя

триггерами Шмидта на выходе, параметры цепи рассчитываются по следующей

формуле[9]:

где t - один такт работы АЦП и равен сумме времен установки всех элементов

схемы, т.е. tзRG+tзЦАП+tзкомп=28нс+3,5мкс+200нс=3,728мкс;

R1 = 5,1 Ком.

Отсюда С1= t/0,7\*R1 = 3,728мкс/07\*5,1Ком=1.004мкФ.

Для работы схемы необходим тактовый генератор, он реализован на логических

элементах DD1.1, DD1.2, DD1.3, резисторах R2, R3, R4, емкости C2 и кварцевом

резонаторе BQ.

После инициализации и подачи сигналов с тактового генератора регистр РПП

реализованный на микросхеме К155ИР17 (DD 2) начинает выдавать параллельный код

на входы ЦАП (DD 3), выбор которого осуществлялся из следующих условий:

необходимо преобразовывать12 разрядный код;

выходное напряжение ЦАП изменяется от 0 до 5 вольт.

Из выше перечисленных требований выбран 12 разрядный ЦАП К1108ПА1Б[3,6]. Для

обеспечения выдачи эталонного напряжения к выходу ЦАП подключен ОУ К140УД7 [3]

(DA 1)т.к. ЦАП имеет токовый выход. Для того чтобы выходное напряжение

изменялось в заданном диапазоне 0 – 5 в на ЦАП подано опорное напряжение.

Опорное напряжение ЦАП можно рассчитать по следующей формуле [7]:

,

где - максимальное напряжение с выхода ЦАП; - число двоичных разрядов входного

кода.

Максимальное напряжение с выхода ЦАП не должно превышать 5 В, а разрядность

выходного кода равна 12.

;

.

Также для обеспечения работы в заданном режиме к ОУ подключены резисторы R5,R6 и

конденсатор С3. Электрические параметры ЦАП [6] приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Электрические параметры ЦАП

Напряжение смещение нуля на выходе(0.3…0.6) мВ

Время установления выходного напряжения3,5 мкс

Входное напряжение низкого уровня0…0.8 В

Входное напряжение высокого уровня2.4 В

Сопротивление нагрузки2 кОм

Выходное напряжение(0…10) В

Напряжение опорного питания(0…15) В

Также в схеме необходимо сравнивающее устройство, для выполнения этой функции

выбран прецезионный компаратор К554СА3 [3] т.к. необходимо обеспечить сравнения

величины младшего значащего разряда (1мв).

После окончания преобразования на выходе “не С0” регистра РПП (DD 2) появляется

низкий логический уровень, что говорит о том что на выходе АЦП сохраняется код

поданного на АЦП напряжения определенного с заданной точностью.

2.3. Параметры АЦП.

К параметрам АЦП относится энергопотребление и частотные характеристики.

Энергопотребление АЦП складывается из потребляемых мощностей ИМС [3,6]:

=3.5 Вт.

Частотные характеристики будут определяться элементом время задержки, которого

максимально DA2 (К1108ПА1Б). Максимальная частота при которой устройство

работоспособно: f = 1/3,5 мкс=285 714 Гц 285 кГц.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При выполнении курсового проекта было разработано АЦП поразрядного кодирования.

Устройство может работать в синхронном режиме с максимальной тактовой частотой

285 КГц, от источников питания +15-15в,+5в. Устройство имеет относительно

небольшое энергопотребление и осуществляет процесс преобразования за 4,471 мкс.