

*Гурьянова Марина Владимировна, студентка 3-его курса
Мытищинского филиала МГТУ им. Н. Э. Баумана, космический
факультет, направление «Управление в технических системах» Россия,
г. Мытищи*

*Аброскин Алексей Сергеевич, студент 3-его курса Мытищинского
филиала МГТУ им. Н. Э. Баумана, космический факультет, направление
«Управление в технических системах»
Россия, г. Мытищи*

ЭЛЕМЕНТЫ ОБРАБОТКИ И ПРЕОБРАЗОВАНИЯ АНАЛОГОВЫХ СИГНАЛОВ.

Аннотация:

В данной статье мы рассмотрим элементы обработки и преобразования аналоговых сигналов. Дадим определение аналоговой обработке сигналов и рассмотрим способы аналоговой обработки сигналов. Разберём, как осуществляется аналоговая обработка сигналов и классифицируем АЦП. Ознакомимся с АЦП прямого преобразования и АЦП последовательного приближения.

Ключевые слова: Аналоговый сигнал; Обработка сигнала; Преобразование сигнала; Аналого-цифровой преобразователь.

*Guryanova Marina Vladimirovna, 3rd year student of the
Mytishchi branch of MSTU. N. E. Bauman, space faculty,
direction "Management in technical systems"*

Russia, Mytishchi

*Abroskin Aleksey Sergeevich, 3rd year student of the
Mytishchi branch of MSTU. N. E. Bauman, space faculty,
direction "Management in technical systems"*

Russia, Mytishchi

ELEMENTS OF PROCESSING AND CONVERSION OF ANALOGUE SIGNALS.

Annotation:

In this article we will consider the elements of processing and conversion of analog signals. Let us define analog signal processing and consider methods for analog signal processing. We will analyze how analog signal processing is carried out and classify the ADC. We will get acquainted with the ADC of direct

conversion and the ADC of successive approximation.
Key words: Analog signal; Signal processing; Signal conversion; Analog to digital converter.

Аналоговая обработка сигналов — любая обработка, производящаяся над аналоговыми сигналами аналоговыми средствами. В более узком смысле — математический алгоритм, обрабатывающий сигнал, представленный аналоговой электроникой, в котором математические значения представлены непрерывными физическими величинами, например, напряжением, электрическим током или электрическим зарядом. Небольшая ошибка или шум в сигнале будет представлен в результирующей ошибке обработанного сигнала.

Аналоговый сигнал представляет собой непрерывную функцию, с неограниченным числом значений в различные моменты времени. Наиболее часто встречающимся аналоговым сигналом являются звуки нашей речи, которые на осциллограммах имеют различные, причудливые формы. Аналоговые сигналы изменяются по тому же закону, что и описываемые им физические процессы.

Способы аналоговой обработки сигналов

Аналоговая обработка сигнала включает в себя все базовые математические операции:

- сложение сигналов
- вычитание сигналов
- умножение сигналов
- деление сигналов

Также аналоговая обработка позволяет выполнять и более сложные операции, такие как:

- интегрирование
- дифференцирование
- фильтрация

Как осуществляется аналоговая обработка сигналов

Аналоговая обработка сигнала любой сложности может осуществляться комбинацией трех основных электро-радио элементов (ЭРИ):

- операционный усилитель (транзистор)
- резистор
- конденсатор

Классификация АЦП(Аналого-цифровых преобразователей).

По способу применяемых алгоритмов АЦП делят на:

- Последовательные прямого преобразования
- Последовательного приближения
- Последовательные с сигма-дельта-модуляцией
- Параллельные одноступенчатые
- Параллельные двух- и более ступенчатые (конвейерные)

АЦП первых двух типов подразумевают обязательное применение в своем составе устройства выборки и хранения (УВХ). Это устройство служит для запоминания аналогового значения сигнала на время, необходимое для выполнения преобразования. Без него результат преобразования АЦП последовательного типа будет недостоверным. Выпускаются интегральные АЦП последовательного приближения, как содержащие в своем составе УВХ, так и требующие внешнее УВХ.

АЦП прямого преобразования

АЦП прямого преобразования получили широкое распространение в 1960-1970 годах, и стали производиться в виде интегральных схем в 1980-х. Они часто используются в составе «конвейерных» АЦП (в данной статье не рассматриваются), и имеют разрядность 6-8 бит при скорости до 1 GSPS.

Архитектура АЦП прямого преобразования изображена на рис. 1

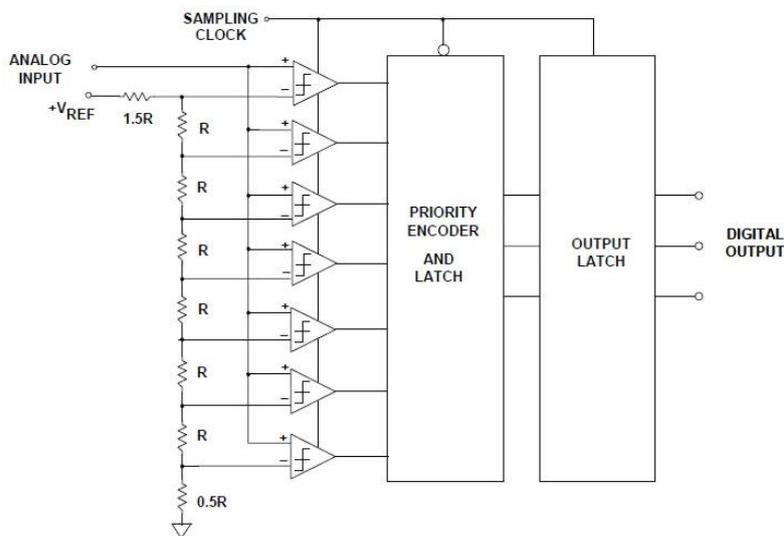


Рис. 1. Структурная схема АЦП прямого преобразования

Принцип действия АЦП предельно прост: входной сигнал поступает одновременно на все «плюсовые» входы компараторов, а на «минусовые» подается ряд напряжений, получаемых из опорного путем деления резисторами R . Для схемы на рис. 1 этот ряд будет таким: $(1/16, 3/16, 5/16, 7/16, 9/16, 11/16, 13/16) U_{ref}$, где U_{ref} – опорное напряжение АЦП. Пусть на вход АЦП подается напряжение, равное $1/2 U_{ref}$. Тогда сработают первые 4 компаратора (если считать снизу), и на их выходах появятся логические единицы. Приоритетный шифратор (priority encoder) сформирует из «столбца» единиц двоичный код, который фиксируется

выходным регистром.

Теперь становятся понятны достоинства и недостатки такого преобразователя. Все компараторы работают параллельно, время задержки схемы равно времени задержки в одном компараторе плюс время задержки в шифраторе. Компаратор и шифратор можно сделать очень быстрыми, в итоге вся схема имеет очень высокое быстродействие.

Но для получения N разрядов нужно 2^N компараторов (и сложность шифратора тоже растет как 2^N). Схема на рис. 1. содержит 8 компараторов и имеет 3 разряда, для получения 8 разрядов нужно уже 256 компараторов, для 10 разрядов – 1024 компаратора, для 24-битного АЦП их понадобилось бы свыше 16 млн. Однако таких высот техника еще не достигла.

4.2. АЦП последовательного приближения

АЦП последовательного приближения реализует алгоритм «взвешивания», восходящий еще к Фибоначчи. В своей книге «Liber Abaci» (1202 г.) Фибоначчи рассмотрел «задачу о выборе наилучшей системы гирь», то есть о нахождении такого ряда весов гирь, который бы требовал для нахождения веса предмета минимального количества взвешиваний на рычажных весах. Решением этой задачи является «двоичный» набор гирь.

Аналого-цифровой преобразователь последовательного приближения (SAR, Successive Approximation Register) измеряет величину входного сигнала, осуществляя ряд последовательных «взвешиваний», то есть сравнений величины входного напряжения с рядом величин, генерируемых следующим образом:

1. на первом шаге на выходе встроенного цифро-аналогового преобразователя устанавливается величина, равная $1/2U_{ref}$ (здесь и далее мы предполагаем, что сигнал находится в интервале $(0 - U_{ref})$).
2. если сигнал больше этой величины, то он сравнивается с напряжением, лежащим посередине оставшегося интервала, т.е., в данном случае, $3/4U_{ref}$. Если сигнал меньше установленного уровня, то следующее сравнение будет производиться с меньшей половиной оставшегося интервала (т.е. с уровнем $1/4U_{ref}$).
3. Шаг 2 повторяется N раз. Таким образом, N сравнений («взвешиваний») порождает N бит результата.

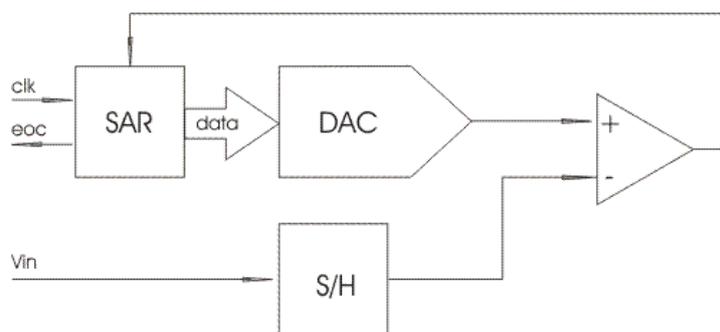


Рис. 2. Структурная схема АЦП последовательного приближения.

Таким образом, АЦП последовательного приближения состоит из следующих узлов:

1. Компаратор. Он сравнивает входную величину и текущее значение «весового» напряжения (на рис. 2. обозначен треугольником).
2. Цифро-аналоговый преобразователь (Digital to Analog Converter, DAC). Он генерирует «весовое» значение напряжения на основе поступающего на вход цифрового кода.
3. Регистр последовательного приближения (Successive Approximation Register, SAR). Он осуществляет алгоритм последовательного приближения, генерируя текущее значение кода, подающегося на вход ЦАП. По его названию названа вся данная архитектура АЦП.
4. Схема выборки-хранения (Sample/Hold, S/H). Для работы данного АЦП принципиально важно, чтобы входное напряжение сохраняло неизменную величину в течение всего цикла преобразования. Однако «реальные» сигналы имеют свойство изменяться во времени. Схема выборки-хранения «запоминает» текущее значение аналогового сигнала, и сохраняет его неизменным на протяжении всего цикла работы устройства.

Использованные источники:

1. https://ru.wikipedia.org/wiki/Аналоговая_обработка_сигнала (статья о том, что такое Аналоговая обработка сигнала)
2. https://ru.wikipedia.org/wiki/Аналого-цифровой_преобразователь (статья об Аналого-цифровом преобразователе)
3. <https://habr.com/ru/post/125029/> (статья про аналого-цифровое преобразование для начинающих)
4. https://ru.wikipedia.org/wiki/Аналоговое_устройство (статья с подробным описанием аналоговых устройств)