

ADC architecture
Karshov R.
Архитектура АЦП
Каршов Р. С.

*Каршов Роман Сергеевич / Karshov Roman - студент магистратуры,
кафедра систем автоматического управления и контроля,
Национальный исследовательский университет
Московский институт электронной техники, г. Зеленоград*

Аннотация: в статье рассмотрена разница между аналоговой и цифровой информацией. Приведена краткая характеристика основных типов архитектуры АЦП: преимущества и недостатки.

Abstract: the article discusses the difference between analog and digital information. A brief description of the main types of ADC architecture: advantages and disadvantages. **Abstract:** The article discusses the difference between analog and digital information. A brief description of the main types of ADC architecture: advantages and disadvantages.

Ключевые слова: АЦП, АЦП параллельного типа, сигма-дельта АЦП, АЦП последовательного приближения, АЦП конвейерного типа.

Keywords: ADC ADC parallel type, a sigma-delta ADC, SAR ADC, ADC conveyor type.

Разница между аналоговой и цифровой информацией

У аналоговых сигналов бесконечное число выходных состояний, в то время как у цифровых - конечное. Примеры аналоговых и цифровых сигналов приведены на Рис. 1 и 2 соответственно.

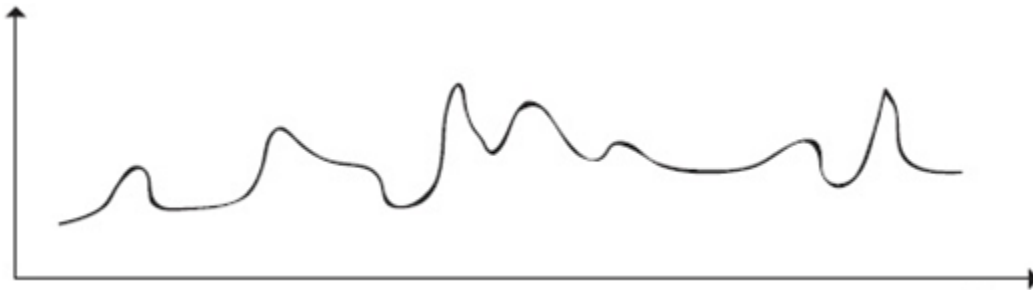


Рис. 1. Аналоговый сигнал

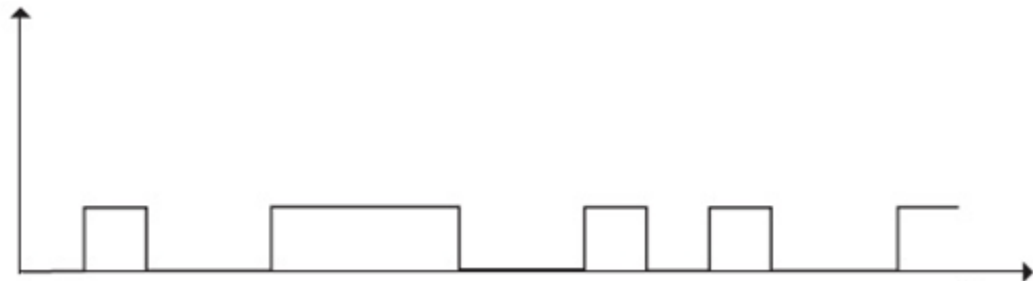


Рис. 2. Цифровой двоичный сигнал

Поскольку цифровые сигналы имеют конечный набор символов, их намного легче восстановить в приемнике, чем не скажешь про аналоговые сигналы. Например, если переданный двоичный цифровой сигнал искажен источником белого шума, есть возможность точно определить, была передана 1 или 0. При встрече того же источника шума с аналоговым сигналом полученный сигнал постоянно искажен [1]. Таким образом, передаваемый сигнал не может быть восстановлен точно.

В современных системах связи, требующих быстрой и точной передачи сигналов по каналам с помехами, обычно используется цифровая передача.

Альтернативная архитектура АЦП

Архитектура АЦП разрабатывалась в течение долгих лет, оптимальная относительно одного или нескольких показателей производительности. В таблице представлены преимущества и недостатки архитектур [2].

Таблица 1. Сравнение архитектур АЦП

Архитектура	Задержка	Скорость	Точность
Параллельного	Нет	Высокая	Низкая
Интерполяционного	Нет	Высокая	Средняя
Сигма-Дельта	Да	Низкая	Высокая
Последовательного приближения	Да	Низкая	Средняя
Конвейерного	Да	Средняя	Средняя

АЦП параллельного типа обладают наибольшим быстродействием и низкой разрядностью. Данный тип преобразовывает аналоговый сигнал в цифровой, используя параллельный набор компараторов. Для N -разрядного преобразователя, схема работает с $2^N - 1$ компараторами. Резистивный делитель с 2^N резисторами обеспечивает опорное напряжение. Каждый компаратор производит цифровой выход в форме 1 или 0. Если входное аналоговое напряжение больше, чем опорное, то компаратор выдает 1. Если входное напряжение меньше, то 0. Таким образом, компаратор производит цифровое представление аналогового напряжения в виде нулей и единиц [3]. Кодировочное устройство преобразовывает их в двоичное число и подает на выход. АЦП параллельного типа идеально подходят для приложений, требующих очень большой пропускной способности, но они потребляют больше энергии, чем другие архитектуры АЦП и, как правило, ограничены 8-битным разрешением.

Сигма-дельта АЦП используют, когда необходима большая разрешающая способность. АЦП данного типа могут обеспечить разрешающую способность до 24 разрядов, но при этом уступают в скорости преобразования. Используются в системах сбора данных и измерительных оборудованных, где необходимо разрешение более 16 разрядов. В математике и физике греческая буква (Δ) обозначает разницу или изменение, в то время как сигма (Σ) обозначает суммирование. В $\Delta\Sigma$ -конвертере аналоговый входной сигнал напряжения подключен ко входу интегратора, производя на выходе скорость изменения напряжения, соответствующую величине входного сигнала. Компаратор действует как своего рода 1-битный АЦП, выдавая 1 бит на выход в зависимости от того, каким является выходной сигнал интегратора (положительным или отрицательным).

АЦП последовательного приближения в наше время является наиболее распространенным видом с высокой разрешающей способностью, частотой дискретизации до 5 миллионов сигналов в секунду и разрешением от 8 до 16 бит. Данный тип в основном осуществляет алгоритм двоичного поиска. Архитектура относительно проста в использовании, не имеет никакой конвейерной задержки. Данный метод основан на принципе дихотомии, т.е. последовательного сравнения измеряемой величины. Это позволяет для N -разрядного АЦП последовательного приближения выполнить преобразования за N итераций, вместо $2^N - 1$ при использовании последовательного счета и получить существенный выигрыш в быстродействии.

АЦП конвейерного типа стало самой популярной архитектурой для частоты дискретизации от нескольких до 100 миллионов сигналов в секунду. Решения колеблются от восьми бит в более быстрых частотах дискретизации до 16 бит по более низким показателям [4]. Эти решения и частоты дискретизации охватывают широкий диапазон применений: ультразвуковая медицинская визуализация, цифровые приемники, цифровое видео (HDTV), XDSL, кабельные модемы и быстрый Ethernet. Приложения с более низкими частотами дискретизации относятся к АЦП последовательного приближения.

Заключение

В данной статье были рассмотрены принципиальные различия между аналоговыми и цифровыми сигналами. Приведены краткие характеристики основных типов архитектур АЦП. Самыми быстрыми являются АЦП параллельного и интерполяционного типа, более точная Сигма-дельта АЦП.

Литература

1. Lathi B. P. Современные цифровые и аналоговые системы Communication. Издательство Оксфордского университета, Нью-Йорк, 1998
2. Ken Johns, David and Martin. Analog Integrated Circuit Design. John Wiley & Sons, Inc:New York, 1997.

3. *Федорков Б. Г., Телец В. А.* Микросхемы ЦАП и АЦП: функционирование, параметры, применение. М.: Энергоатомиздат, 1990. 320 с.
4. *Солодимов А. А., Полубабкин Ю. В.* Быстродействующий аналого-цифровой преобразователь повышенной точности // Приборы и техника эксперимента, 1986. № 2. С. 106-109.