

Оглавление

1. Общие принципы цифровой обработки.

1.1 Виды сигналов

1.2 Принцип цифровой обработки сигналов.

2. Обобщенная схема цифровой обработки сигналов.

3. Система цифровой обработки сигналов реального времени

1. Общие принципы цифровой обработки.

1.1 Виды сигналов

Цифровые сигналы формируются из аналоговых операций дискретизации – последовательными отсчетами (измерением) амплитудных значений сигнала через интервалы времени.

Иначе говоря, сигнал, который можно представить в виде последовательности дискретных (цифровых) значений. В наше время наиболее распространены *двоичные* цифровые сигналы в связи с простотой кодирования и использованием в двоичной электронике.

Все сигналы по способу представления можно разделить на четыре группы:

аналоговые — описываются непрерывными во времени функциями, дискретные — прерываются во времени с шагом заданным дискретизации,

квантованные — имеют набор конечных уровней (как правило, по амплитуде),

цифровые — комбинация свойств дискретных и квантованных сигналов.

1.2 Принцип цифровой обработки сигналов.

Непрерывный входной сигнал $x(t)$ поступает в аналого - цифровой преобразователь (АЦП), управляемый синхронизирующими импульсами от генератора, задающего частоту дискретизации. В момент подачи синхронизирующего импульса на выходе АЦП возникает сигнал, отображающий результат измерения мгновенного значения входного колебания в виде двоичного числа с фиксированным количеством разрядов. В зависимости от особенности построения устройства этому

числу соответствует либо последовательность коротких импульсов (передача в последовательном коде), либо совокупность уровней напряжений на сигнальных шинах отдельных разрядов (передача в параллельном коде). Преобразованный таким образом сигнал поступает в основной блок устройства, так называемый *цифровой процессор*, состоящий из арифметического устройства и устройства памяти.

Арифметическое устройство выполняет над цифрами ряд операций, таких, как умножение, сложение и сдвиг во времени на заданное число интервалов дискретизации. В устройстве памяти может храниться некоторое число предшествующих отсчетов входного и выходного сигналов, которые необходимы для выполнения операций обработки.

Цифровой процессор преобразует поступающие в него числа в соответствии с заданным алгоритмом фильтрации и создает на выходе последовательность двоичных чисел, представляющих выходной сигнал. Если в дальнейшем необходимо иметь информацию в аналоговой форме, то используется цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП). Однако это устройство может и отсутствовать, если сигналы подвергаются только цифровым преобразованиям.

Основной технический показатель ЦФ — быстродействие — зависит как от скорости протекания переходных процессов в микроэлектронных компонентах, так и от сложности алгоритма фильтрации.

2.Обобщенная схема цифровой обработки сигналов.

Алгоритмическая обработка аналоговых сигналов цифровыми средствами предполагает их предварительное преобразование в цифровую форму, а в системах с аналоговым выходом - и из цифровой формы в аналоговую.

Совокупность элементов ФНЧ 1, АЦП, ЦАП и ФНЧ 2 системы цифровой обработки аналоговых сигналов, выполняющих преобразования сигналов вида А/А, А/Ц и Ц/А, образуют подсистему ее аналогового ввода-вывода или аналого-цифровой интерфейс.

На первом этапе кодер, включающий аналоговый фильтр нижних частот (ФНЧ) и аналогово-цифровой преобразователь (АЦП), из исходного аналогового сигнала $s(t)$ формирует цифровой сигнал $s(nT)$. Аналоговый фильтр нижних частот предназначен для ограничения спектра $F(j\omega)$ исходного аналогового сигнала $s(t)$. Необходимость ограничения спектра вытекает из теоремы Котельникова, в соответствии с которой частота дискретизации f_d выбирается из условия: $f_d > 2f_s$, где f_s - верхняя частота спектра сигнала. Возможность ограничения спектра связана с особенностями частотного распределения энергии сигнала: основная часть его энергии сосредоточена в области $f_e < f$ т.е. амплитуды спектральных составляющих, начиная с некоторой частоты $f > f_s$, существенно снижаются. Выбор значения f_s определяется конкретным типом сигнала и решаемой задачей.

Аналого-цифровой преобразователь формирует цифровой сигнал $s_u(nT)$ посредством дискретизации и квантования сигнала $\tilde{s}(t)$ с интервалом времени, равным периоду дискретизации T . Значения отсчетов $s(nT)$ совпадают со значениями сигнала $s(t)$ в моменты времени $t = nT$:

$$s(nT) = \tilde{s}(t) \big|_{t=nT}$$

На втором этапе устройство ЦОС преобразует цифровой сигнал $s_u(nT)$ в цифровой сигнал $y_u(nT)$ по заданному алгоритму.

Устройство ЦОС может быть реализовано аппаратно или программно.

Устройства ЦОС могут работать в реальном или нереальном времени.

В реальном времени обработка сигналов должна выполняться в темпе поступления отсчетов входного сигнала $s_u(nT)$, $n = 0, 1, \dots$

К типовым задачам ЦОС в реальном времени относятся: обнаружение, фильтрация, сжатие, распознавание сигналов и др.

В нереальном времени выполняется обработка сигналов, связанная, прежде всего, с их исследованием. К типовым задачам ЦОС в нереальном времени относятся: студийная обработка аудио- и видеосигналов; обработка данных различной физической природы, полученная от датчиков, и др.

На третьем этапе декодер формирует результирующий аналоговый сигнал $y(t)$ из цифрового сигнала $y_u(nT)$. В состав декодера входят цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) и сглаживающий фильтр. Цифро-аналоговый преобразователь формирует из цифрового сигнала $y_u(nT)$ ступенчатый аналоговый сигнал $\tilde{y}(t)$. Сглаживающий фильтр (низкочастотный) устраняет ступенчатый эффект (скачки) в выходном сигнале ЦАП. На выходе сглаживающего фильтра получаем аналоговый сигнал $y(t)$ - результат преобразования исходного сигнала $s(t)$.

При получении очередного отчета процессор должен выполнить необходимую обработку и выдать очередное значение на ЦАП или выход кодека. В то же время на процессор поступают прерывания, например, от других процессоров или хост-процессора, которые могут изменять логику выполнения алгоритма и его параметры. Подобные события отличаются от информационных сигналов тем, что они происходят нерегулярно (асинхронно). Таким образом, DSP-процессор должен уметь обрабатывать как синхронные события (например, поступление отсчетов с постоянным временным интервалом), так и асинхронные ("случайные" управляющие сигналы от внешних устройств), причем последние должны обрабатываться не оказывая влияния на скорость обработки регулярных событий. В противном случае часть информации может быть потеряна.

Для реализации такого способа взаимодействий могут использоваться следующие подходы.

1. Ввод/вывод с последовательным опросом. DSP-процессор опрашивает внешние устройства путем анализа состояния своих сигнальных выводов или определенных ячеек памяти. Если считается, что событие произошло (например, получено новое слово данных), то вызывается соответствующая процедура обработки. Данный подход очень прост, однако его главным недостатком является затрата больших ресурсов процессора на постоянную регулярную проверку каких-либо условий (вне зависимости от того, произошли они в действительности или еще нет), что, естественно, снижает его возможности по выполнению "полезной" работы.

2. Управление по прерываниям. Данный режим возможен, если сигнальным ножкам процессора поставить в соответствие вектора прерывания и области памяти, в которых будут размещаться

соответствующие обработчики. В этом случае процессор "отвлекается" от вычислительной обработки только том случае, когда внешнее событие действительно произошло. Такой подход требует более тщательного программирования, но существенно повышает количество "полезного" времени, идущего на обработку данных.

3. При взаимодействии с некоторыми внешними устройствами могут использоваться механизмы прямого доступа к памяти, которые позволяют организовать регулярный обмен большими объемами данных между коммуникационными портами процессора и внутренней памятью без использования ресурсов процессорного ядра параллельно с ходом выполнения основной программы. Это наиболее эффективный способ ввода и вывода информации, однако его применение нецелесообразно при вводе/выводе обработке сигнальной (управляющей) информации.

3. Система цифровой обработки сигналов реального времени

Аналоговый входной фильтр используется для ограничения полосы частот входного сигнала перед его оцифровкой. АЦП преобразует аналоговый сигнал в цифровую форму. Если у сигнала широкая полоса частот или применяется низкоскоростное АЦП, то перед оцифровкой нужно воспользоваться схемой выборки хранения (УВХ). После цифровой обработки в процессоре сигнал преобразуется в аналоговую форму при помощи ЦАП. Выходной фильтр сглаживает выходной сигнал после ЦАП и устраняет высокочастотные компоненты. Главный компонент – цифровой сигнальный процессор. Его можно использовать как обычный универсальный, так и как специальный процессор ЦОС.

Заключение.

Цифровая обработка сигналов (ЦОС) - это использование цифровой обработки, например, с помощью компьютеров или более специализированных цифровых сигнальных процессоров, для выполнения широкого спектра операций обработки сигналов.

Цифровая обработка сигналов и аналоговая обработка сигналов являются подразделами обработки сигналов. Приложения ЦОС включают в себя обработку звука и речи, обработку сонаров, радаров и других массивов датчиков, оценку спектральной плотности, статистическую обработку сигналов, цифровую обработку изображений, сжатие данных, кодирование видео, кодирование аудио, сжатие изображений, обработку сигналов для телекоммуникаций, систем управления, биомедицинской инженерии и сейсмологии, среди прочего.

Список литературы:

1. <https://habr.com/ru/post/460445/>
2. <https://studfile.net/preview/6130009/page:31/>
3. <https://studfile.net/preview/9353197/>
4. https://studopedia.ru/4_126208_obobshchennaya-struktura-tsos-sistemi-i Printsipi-ee-funktsionirovaniya.html
5. <https://studfile.net/preview/1673104/page:6/>