

Общее описание устройства

1. Назначение модуля USB3000.

На Рис. 1. представлен внешний вид модуля USB3000.



Рис. 1.

Модуль USB3000 представляет собой универсальный многоканальный АЦП/ЦАП/логический анализатор. Модуль предназначен для построения систем ввода, вывода и обработки аналоговой и цифровой информации на базе IBM-совместимых компьютеров.

Особенностью модуля является наличие буферных повторителей на входах, что позволяет изделию сохранять требуемую точность на высоких частотах переключения канального мультиплексора.

В состав модуля входит восьмиканальный АЦП, двухканальный ЦАП, а так же логические входные и выходные линии.

Использование для связи с компьютером современной высокоскоростной шины USB 2.0 позволяет вести непрерывный дуплексный ввод/вывод данных при максимальной частоте дискретизации. Кроме того, интерфейс USB позволяет использовать модуль USB3000 в составе мобильных измерительных комплексов на базе notebook.

В состав модуля входит цифровой сигнальный процессор (DSP), что позволяет вести первичную ЦОС (Цифровую Обработку Сигнала) при вводе и выводе и обеспечивает гибкое задание алгоритма переключения каналов, опроса логических линий и синхронизации процессов сбора информации.

2. Возможности модуля USB3000.

Модуль USB3000 обладает следующими положительными качествами:

Использование интерфейса USB значительно упрощает процесс подключения модуля USB3000 к компьютеру и обеспечивает возможность работы с модулем в режиме реального Plug&Play. Скоростные характеристики современной шины USB 2.0 позволяют вести непрерывный дуплексный ввод/вывод данных в режиме жесткого реального времени на максимальной скорости. Кроме того, интерфейс USB позволяет использовать модуль USB3000 в составе мобильных измерительных комплексов на базе ноутбука.

Входные аналоговые каналы имеют внутреннюю буферизацию. Это полностью решает одну из основных проблем высокочастотных многоканальных систем сбора данных — проблему межканального прохождения при высоких частотах переключения каналов. Кроме того, внутренняя буферизация гарантирует отсутствие проникновения коммутационных шумов в линии связи с объектом.

Входные аналоговые каналы модуля USB3000 – дифференциальные. Дифференциальное подключение источника сигнала снижает уровень синфазных помех. Помимо этого, дифференциальные входы позволяют подключать источники сигнала таким образом, чтобы токи сигнальных цепей не протекали через один общий провод, что повышает точность измерений.

Буферизация выходов ЦАП позволяет подключать к модулю приемники сигналов с низким входным сопротивлением.

В состав модуля входит цифровой сигнальный процессор (DSP), что обеспечивает возможность выполнения алгоритмов управления объектом в жестком реальном времени без использования ресурсов компьютера, а также позволяет вести первичную ЦОС (Цифровую Обработку Сигнала) при вводе и выводе.

Несколько режимов внутренней и внешней синхронизации ввода и вывода данных позволяют реализовывать самые разнообразные режимы работы модуля USB3000 в составе систем сбора и обработки информации.

В состав модуля входит энергонезависимое пользовательское ПЗУ (ППЗУ) емкостью 256 байт. Пользователь имеет возможность хранить в ППЗУ любую необходимую информацию, например, калибровочные коэффициенты АЦП и ЦАП, серийный номер, название и т.д. Чтение/запись из/в ППЗУ осуществляется программно, через шину USB, и не требует дополнительных аппаратных средств.

При вводе данных с АЦП и выводе данных на ЦАП может производиться программная корректировка с использованием калибровочных коэффициентов, записываемых в ППЗУ модуля на этапе наладки производителем (либо с использованием пользовательских коэффициентов). Программная корректировка позволяет обойтись без подстроечных резисторов, что повышает надежность модуля и улучшает его шумовые характеристики.

Питание модуля может осуществляться как непосредственно от шины USB, так и от внешнего источника питания, входящего в комплект поставки. Низкая потребляемая мощность модуля USB3000 позволяет обойтись без внешнего источника. Внешний источник можно использовать при работе с ноутбуком, в целях экономии энергии аккумулятора ноутбука.

Схемотехническое решение модуля и штатное программное обеспечение позволяют реализовывать следующие режимы работы:

1. Режим «АЦП»

В режиме «АЦП» модуль USB3000 осуществляет многоканальный ввод аналоговых сигналов с частотой преобразования АЦП до 3 МГц и с частотой переключения каналов до 3 МГц.

Данные, считываемые с АЦП модуля, представляют собой целые знаковые двухбайтовые числа от -8000 (соответствует напряжению -5В на входе канала) до +8000 (соответствует напряжению +5В на входе канала). При вводе данных в ПК имеется возможность программной корректировки получаемых с АЦП значений с использованием калибровочных коэффициентов, записываемых в

ППЗУ модуля на этапе настройки производителем. Пользователь имеет возможность в случае необходимости использовать для программной корректировки собственные калибровочные коэффициенты.

Модуль имеет 8 дифференциальных буферизированных входов. Пользователь задает частоту работы АЦП и управляющую таблицу – массив номеров каналов, в соответствии с которой модуль будет осуществлять циклический сбор данных. Например, пользователь задал частоту АЦП 3 МГц и управляющую таблицу, содержащую номера: 0, 1, 2, 0, 8, 2. В этом случае модуль будет оцифровывать каналы 0, 1, 2, 0, 8, 2, 0, 1, 2, 0, 8, 2... и т.д., переключая их со скоростью 3МГц. Если в таблице задан только один канал, то модуль будет оцифровывать только этот канал с заданной частотой.

Сбор данных может быть запущен как по команде с ПК, так и по внешнему сигналу – цифровому импульсу на линии "SYN" аналогового разъема модуля.

Полученные с АЦП данные могут непрерывно записываться в ОЗУ ПК в реальном времени.

Полученные данные могут быть также записаны на жесткий диск ПК, при этом максимальная скорость непрерывной записи на диск определяется только производительностью ПК.

2. Режим «ЦАП»

В режиме «ЦАП» модуль USB3000 осуществляет двухканальный вывод аналоговых сигналов с частотой преобразования ЦАП до 100 кГц и с частотой переключения каналов до 100 кГц. При выводе данных из ПК имеется возможность программной корректировки выдаваемых на ЦАП значений с использованием калибровочных коэффициентов, записываемых в ППЗУ модуля на этапе настройки производителем. Пользователь имеет возможность в случае необходимости использовать для программной корректировки собственные калибровочные коэффициенты. Формат данных, передаваемых на ЦАП, описан в п.Формат слова данных ЦАП. Номер канала ЦАП зашифрован непосредственно в самих данных, поэтому для работы с ЦАП пользователю необходимо задать только скорость работы ЦАП и подготовить в памяти ПК буфер с данными для передачи. Данные могут непрерывно передаваться на ЦАП из ОЗУ ПК (или с жесткого диска) в реальном времени.

3. Режим «Логический анализатор»

В режиме «Логический анализатор» модуль USB3000 осуществляет ввод в ПК цифровых сигналов с 10 входных цифровых линий с частотой опроса до 6 МГц. Данные поступают в ПК в виде двухбайтовых слов, младшие 10 разрядов которых соответствуют логическим состояниям на 10 входных цифровых линиях модуля («1» - соответствует высокому уровню на входе). Старшие 6 разрядов всегда равны «0».

С точки зрения пользователя этот режим аналогичен режиму «АЦП». Пользователь задает скорость опроса, а в управляющей таблице задает только один канал с битом TTLIN равном «1». Сбор данных может быть запущен как по команде с ПК, так и по внешнему сигналу – цифровому импульсу на линии "SYN" аналогового разъема модуля.

Полученные с цифровых линий данные могут непрерывно записываться в ОЗУ ПК в реальном времени. Полученные данные могут быть также записаны на жесткий диск ПК, при этом максимальная скорость непрерывной записи на диск определяется только производительностью ПК. Указанные режимы работы могут сочетаться следующим образом:

4. Режим «АЦП+ЦАП»

В этом режиме модуль USB3000 осуществляет полностью дуплексный ввод/вывод информации. Ввод данных с 8 входных каналов АЦП с частотой преобразования до 3 МГц происходит параллельно с выводом данных на 2-х канальный ЦАП с частотой преобразования до 100 кГц. Дуплексный обмен информацией между ПК и модулем может осуществляться непрерывно в реальном времени.

5. Режим «Логический анализатор + ЦАП»

В этом режиме модуль USB3000 осуществляет полностью дуплексный ввод/вывод информации. Ввод данных с 10 входных цифровых линий с частотой опроса до 3 МГц происходит параллельно с выводом данных на 2-х канальный ЦАП с частотой преобразования до 100 кГц. Дуплексный обмен информацией между ПК и модулем может осуществляться непрерывно в реальном времени. Во всех описанных выше пяти режимах работы возможен асинхронный доступ со стороны ПК к 10 входным и 8 выходным цифровым линиям модуля. Например, модуль работает в режиме «АЦП» - собирает данные с 8 входных аналоговых каналов и передает в ПК. Не прерывая сбора данных с АЦП, пользователь имеет возможность с помощью функции TTL_IN считать состояние 10 цифровых входов и с помощью функции TTL_OUT установить 8 выходных цифровых линий в нужное логическое состояние.

3. Технические характеристики модуля USB3000.

Аналого-цифровой преобразователь

Количество каналов 8 дифференциальных буферизированных каналов

Максимальная частота

Дискретизации 3 МГц

Максимальная частота переключения каналов 3 МГц

Разрядность АЦП 14 бит

Диапазон входного сигнала ± 5 В

Входное сопротивление Не менее 10 МОм для любого режима работы

Подавление синфазной составляющей

(для входного сигнала 10 кГц) -85 дБ

Подавление межканального прохождения

(для входного сигнала 10 кГц при частоте переключения каналов 2 МГц)

-95 дБ

Динамический диапазон 80 дБ

Тип используемого АЦП AD9243

Смещение нуля (с использованием калибровочных коэффициентов) 0.03 % (макс)

Смещение полной шкалы (с использованием калибровочных коэффициентов) 0.03 % (макс)

Интегральная нелинейность преобразования ± 2.5 МЗР (тип)

Дифференциальная нелинейность преобразования ± 0.6 МЗР (тип)

Температурный уход нуля 20 ppm/°C (тип)

Температурный уход полной шкалы 20 ppm/°C (тип)

Синхронизация ввода Внутренняя, внешняя (ТТЛ)

Защита входов от перенапряжения:

Постоянное напряжение ± 25 В

Импульс 1 мс ± 250 В

Цифро-аналоговый преобразователь

Тип используемого ЦАП AD5322

Количество каналов 2 буферизированных канала

Максимальное время установления

выходного сигнала 10 мкс

Разрядность ЦАП 12

Выходной диапазон ± 5 В

Буферизация выходов ЦАП Буфера типа AD8032AR

Логический анализатор (цифровые входы)

Количество входов 10

Входное напряжение высокого уровня 1.7 ... 5.75 В

Входное напряжение низкого уровня - 0.5 ... + 0.8 В

Входной ток ($V_I = 3.3$ В) 10 мкА

Максимальная частота опроса 6 МГц

Синхронизация опроса Внутренняя, внешняя (ТТЛ)

Цифровые выходы

Количество выходов (ТТЛ) 8

Минимальное напряжение высокого уровня,

($I_O = -8$ мА) 2.4 В

Максимальное напряжение низкого уровня

($I_O = 8$ мА) 0.4 В

Цифровой сигнальный процессор

Тип процессора ADSP-2185M

Тактовая частота 72 МГц

Внутренняя память программ 16 кСлов

Внутренняя память данных 16 кСлов

Общие характеристики

Интерфейс USB 2.0, USB 1.1 1

Питание От шины USB либо от внешнего источника²

Потребляемый ток До 450 мА

Габариты 140 x 110 x 35 мм

Условия эксплуатации и хранения

Условия эксплуатации от +5°C до +55°C при относительной влажности от 5% до 90%

Температура хранения от -10°C до +70°C

На рисунках ниже представлены типичные характеристики канала АЦП модуля USB3000:

нелинейные искажения аналогового тракта, шум в полосе $\frac{1}{2}$ fАЦП, разброс значений, полученных с АЦП при постоянном напряжении на входе модуля, а также график зависимости межканального прохождения от частоты переключения каналов.

1 При использовании шины USB 1.1. скорость передачи данных между модулем и ПК падает до 1 Мбайт/с.

2 Низкая потребляемая мощность модуля USB3000 позволяет обойтись без внешнего источника. Внешний источник:

можно использовать при работе с ноутбуком, в целях экономии энергии аккумулятора ноутбука.