

AD7142 – преобразователь ёмкость/код для интерфейсов ввода

Алексей Власенко (Москва)

В статье представлен новый преобразователь ёмкость/цифровой код, предназначенный для применения в системах ручного ввода и манипуляции. Рассмотрены принципы работы и возможности преобразователя, конструкция датчиков и особенности энергопотребления.

Преобразователи ёмкость/код на основе сигма-дельта-модулятора, которые недавно начала производить фирма Analog Devices [1], вызвали интерес у многих российских разработчиков. Преобразователи (далее CDC – capacitance to digital converters) обладают низкой ценой, но при этом обеспечивают высокую точность, имеют удобный цифровой интерфейс и довольно просты в применении.

ПРИНЦИП РАБОТЫ И ВОЗМОЖНОСТИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

На рис. 1 показан принцип работы емкостного датчика для интерфейса ввода. Сигнал возбуждения частотой около 250 кГц, генерируемый непосредственно микросхемой-преобразователем, подаётся на проводящую площадку Tx и создаёт переменное магнитное поле между площадками Tx и Rx. Если поместить палец между Tx и Rx, то часть энергии поля замыкается на «землю», что приводит к уменьшению уровня сигнала, принимаемого площадкой Rx. Обычно «чувствительное поле» находится на

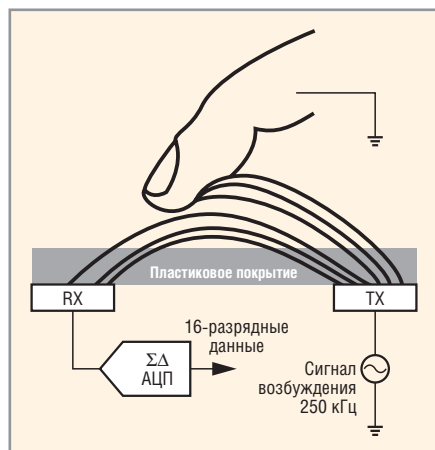


Рис. 1. Принцип работы емкостного датчика с сигма-дельта-преобразователем

расстоянии не более 4...6 мм от печатной платы. Разумеется, при этом нет электрического контакта пальца с площадками – эти площадки изолированы слоем пластика.

Сигма-дельта-преобразователь, работа которого синхронизирована с сигналом возбуждения, преобразует принятый сигнал в однобитный поток. Затем этот поток подвергается цифровой фильтрации. Полученный результат сравнивается с величинами, хранящимися в пороговых регистрах. Считывание сигнала и управление преобразователем производится через четырёхпроводной интерфейс SPI (AD7142) или двухпроводной интерфейс I²C (AD7142-1).

Как видно из рис. 2, в микросхеме имеется 14 входных каналов, снабжённых мультиплексором. Это поз-

воляет создавать весьма функциональные интерфейсы ввода. Частота обновления данных составляет 36 мс по каждому каналу. Для работы преобразователя не требуется внешних настраиваемых компонентов. Режимы работы преобразователя и его чувствительность программируются через интерфейс SPI или I²C. Чувствительность можно установить индивидуально для каждого датчика.

В микросхеме также имеется система автоматической подстройки под параметры окружения. Преобразователь работает по «пороговому» принципу. Микросхема выдаёт сигнал срабатывания, если входной сигнал перешёл через установленный порог. Однако в реальных системах ёмкость входного датчика изменяется с изменением влажности и температуры, что может привести к ложным срабатываниям или, наоборот, к тому, что датчик не будет срабатывать при действительном воздействии. Поэтому в микросхеме AD7142 предусмотрена автоматическая подстройка уровня срабатывания, чтобы избежать подобных сбоев.

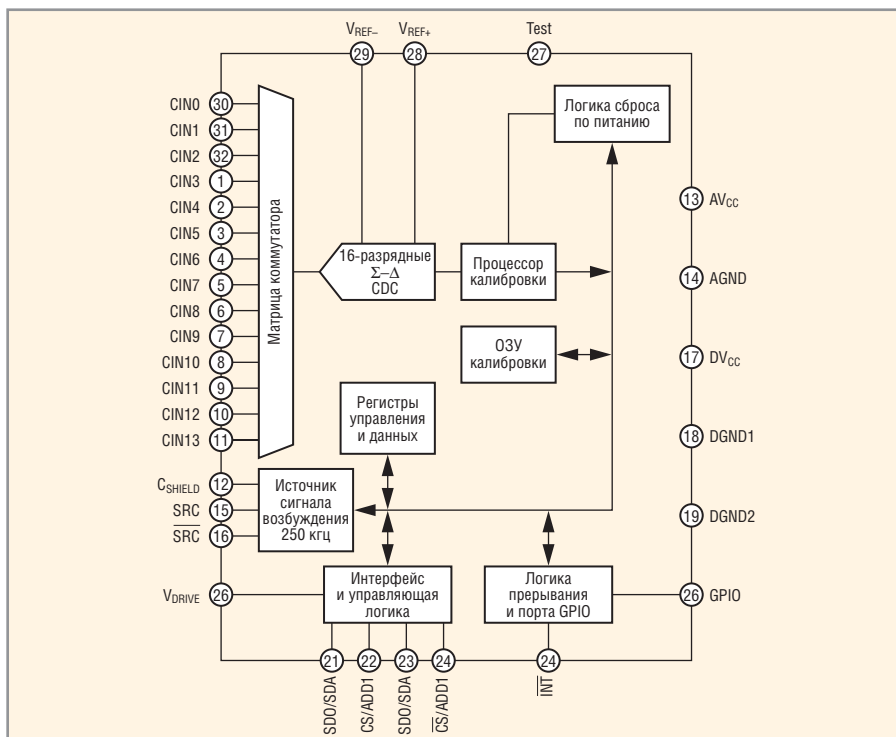


Рис. 2. Блок-схема преобразователя CDC AD7142

Измеряемая ёмкость при поднесении пальца к площадкам датчика составляет доли пикофарады. Ёмкость между контактными площадками – это единицы пикофарад. Поэтому в преобразователе предусмотрен специализированный ЦАП, который устраняет это «смещение» в пределах ± 20 пФ, что позволяет обойтись без внешних элементов подстройки и обеспечивает работу преобразователя с емкостными датчиками (площадками) различной конфигурации. Для каждого датчика, как уже говорилось, можно установить свой уровень чувствительности, выбрав один из 16 уровней в пределах 25...95% изменения ёмкости от полной шкалы.

Конструкция датчиков

Преобразователь AD7142 – многоканальный прибор. Преобразования осуществляются по каждому каналу последовательно. На базе преобразователя AD7142 можно создавать такие интерфейсы ввода, как «колесо прокрутки» или линейный «слайдер». Для таких интерфейсов требуется 8 входов. Для реализации простой «кнопки» достаточно только одного входа. Кроме этого, можно создавать «дифференциальные кнопки». Это две «кнопки», на обработку сигнала которых затрачивается столько же времени, сколько на одну, – 36 мс. Однако эти две «кнопки» не могут быть активированы одновременно.

Некоторые виды датчиков для преобразователя CDC AD7142 представлены на рис. 3. Датчики представляют собой проводящие дорожки различной конфигурации на печатной плате. Печатная плата может быть гибкой. В любом случае рекомендуется приклеивать эту плату к внутренней стороне пластикового покрытия, чтобы избежать воздушных зазоров. Рекомендуемая ширина дорожек датчиков – 0,2 мм, минимальный зазор между дорожками – 0,15 мм. Все металлические детали, находящиеся вблизи датчиков, должны быть заземлены. Расстояние от датчиков до самой микросхемы не должно превышать 10 см. Настоятельно рекомендуется использовать библиотеку паттернов датчиков, разработанную компанией Analog Devices, которая доступна на сайте компании. Разрабатывать свои датчики рекомендуется с использованием имеющихся паттернов в качестве прототипа.

На первый взгляд, сенсор-слайдер или «колесо прокрутки» могут обеспечить разрешение 1/8, что следует из числа задействованных входов. Однако на самом деле они могут обеспечивать очень высокое разрешение за счёт усреднения сигналов с нескольких контактов. Принцип работы слайдера с высоким разрешением понятен из рис. 4.

Для получения высокого разрешения слайдера результаты измерения сигналов с каждого датчика взвешиваются пропорционально величине сигнала. Затем результат усредняется, и распределение пересчитывается в код с разрешением $1/128$.

Энергопотребление

У микросхемы AD7142 имеется три различных режима энергопотребления.

Режим высокой производительности

В этом режиме энергопотребление составляет около 1 мА при напряжении питания 3,3 В. Преобразование осуществляется непрерывно, с частотой отсчётов около 36 мс на канал.

Режим низкого энергопотребления

В этом режиме микросхема AD7142 автоматически отключается, если на ёмкостный датчик не поступает сигнал. Период обновления сигнала можно установить программно из ряда 200, 400, 600 или 800 мс. Если появляется сигнал (палец пользователя приблизился к контактному площадке), то AD7142 автоматически переходит в режим 1 (высокой производительности) и начинает работать с частотой отсчётов 36 мс на канал.

Режим отключения

В этом режиме преобразования сигнала не производится. Энергопотребление составляет около 2 мкА при напряжении питания 3,3 В.

Средства разработки, цены и поставки

Для разработчика доступны на сайте бесплатно:

- библиотека паттернов датчиков;
- программные драйверы для интерфейсов I²C, SPI, для «кнопок» и ключей на 8 положений (C-code);
- список часто задаваемых вопросов (FAQ);

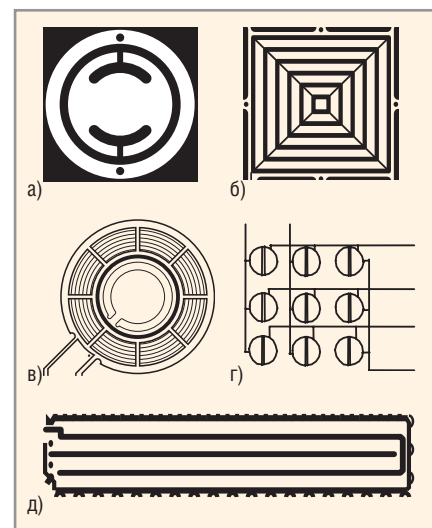


Рис. 3. Некоторые виды датчиков для преобразователя CDC AD7142

(а) Кнопка; (б) ключ на 8 направлений; (в) колесо прокрутки; (г) клавиатура-матрица; (д) слайдер-движок

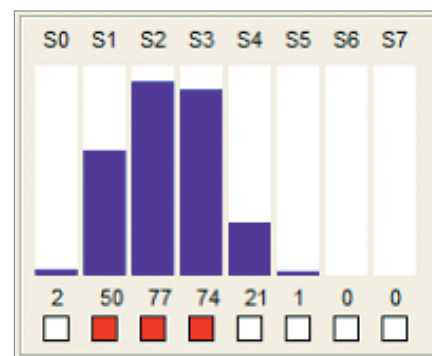


Рис. 4. Принцип получения высокого разрешения слайдера

- руководства по применению [2] (русских переводов пока нет, но, возможно, они скоро появятся).

Микросхемы выпускаются в компактных 32-выводных корпусах LFCSP размером 5 × 5 мм.

Стоит упомянуть также преобразователь AD7143. Это новая микросхема, она поставляется пока только в образцах. Это преобразователь аналогичного назначения, но представляет собой более дешёвый вариант, с уменьшенным числом выводов и набором функций. Выпускается AD7143 в 16-выводном корпусе LFCSP размером 4 × 4, только с интерфейсом I²C. Карта регистров у него такая же, как и у AD7142. В остальных эти микросхемы аналогичны.

Литература

1. Брукста М. Преобразователи ёмкость/код на основе сигма-дельта-модулятора. Компоненты и технологии. 2006. №1.
2. <http://www.analog.com>.
3. <http://www.analog.com.ru>.

