

Многоканальные АЦП с синхронной выборкой фирмы Maxim для промышленных систем сбора и обработки данных

НАТАЛЬЯ КРИВАНДИНА, менеджер по продукции, «Компэл»

Существует немало приложений, в которых для измерения динамических характеристик процессов требуются многоканальные АЦП, имеющие не только высокую производительность и точность, но и обеспечивающие одно-временную выборку всех каналов. Компания Maxim выпускает широкий ассортимент АЦП, удовлетворяющих требованиям различных промышленных применений и обладающих передовыми характеристиками и производительностью. В статье представлены многоканальные АЦП фирмы Maxim с одновременной выборкой.

Одновременная выборка каналов (или сэмплирование) обеспечивает съем датчиковых данных, относящихся к одному моменту времени. Многоканальные АЦП содержат устройства выборки и хранения (УВХ или T/H track-and-hold) по каждому каналу, АЦП, схему синхронизации, схему выходного интерфейса (последовательные или параллельный). Устройство выборки и хранения представляет собой ячейку аналоговой памяти с ключом. Управление процессом выборки (ключ открыт — ключ закрыт) осуществляется схемой синхронизации. Ключевыми параметрами, определяющими фазовую точность выборки по каналам, являются задержка фиксации аналогового уровня от момента подачи фронта сигнала (фронта) и разброс времени фиксации по каналам.

Процесс преобразования аналоговых данных в цифровые состоит из фазы фиксации данных в устройстве выборки и хранения, последовательного или параллельного преобразования данных в цифровой код и передачи регистрового файла в хост-процессор для обработки. В более простых и дешевых схемах используется последовательное во времени преобразование с помощью одного канала АЦП и коммутатора, подключенного к выходам схем выборки и хранения (см. рис. 1).

Однако большую производительность обеспечивает использование параллельного аналого-цифрового преобразования сразу по всем каналам (см. рис. 2).

В последнем случае за счет параллельного преобразования его время значительно сокращается. Однако стоимость такого АЦП также выше, чем у АЦП с последовательным поканальным преобразованием. Для обеспечения высоких скоростей преобразования и передачи данных используется параллельный интерфейс с 12/14/16- и даже 24-разрядной шиной. При невысоких скоростях преобразования, но с высокой точностью, обычно используется более дешевый последовательный интерфейс.

Для измерения с большим динамическим диапазоном используется т.н. принцип преобразования сигма-дельта и аналогичная предыдущей архитектуре — несколько АЦП с синхронизированными УВХ.

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МНОГОКАНАЛЬНЫХ АЦП С ОДНОВРЕМЕННОЙ ВЫБОРКОЙ

- Тестовое промышленное многоканальное измерительное оборудование.
- Мультифазные электроприводы.
- Мониторинг трехфазных сетей на подстанциях.

- Устройства защиты высоковольтных сетей напряжения.
- Источники бесперебойного питания.
- Синусно-косинусные прецизионные датчики угла.
- Многовекторный анализ в вибрационных стендах.
- Медицинская многоканальная диагностическая аппаратура.
- Гидро-, радио-, ультразвуковая локационная аппаратура.

КЛАССИФИКАЦИЯ МНОГОКАНАЛЬНЫХ АЦП С ОДНОВРЕМЕННОЙ ВЫБОРКОЙ ФИРМЫ MAXIM

Для удовлетворения различным требованиям, возникающих в процессе проектирования многоканальных измерительных систем, компания Maxim разработала ряд АЦП с одновременной выборкой, которые отличаются числом каналов, производительностью, точностью, типом цифрового интерфейса, диапазоном входных напряжений и ценой. Широкая номенклатура АЦП позволяет сделать выбор наиболее оптимальный по цене и эффективности применения (см. табл. 1).

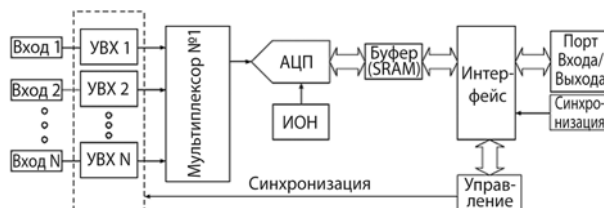


Рис. 1. Структура многоканального АЦП с одновременной выборкой с одним каналом преобразования аналого-цифра и мультиплексором

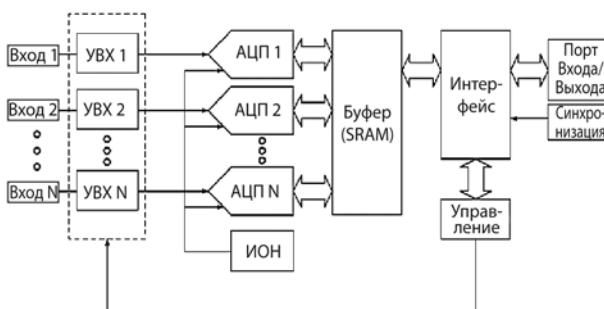


Рис. 2. Многоканальный АЦП с одновременной выборкой и с несколькими модулями аналого-цифрового преобразования

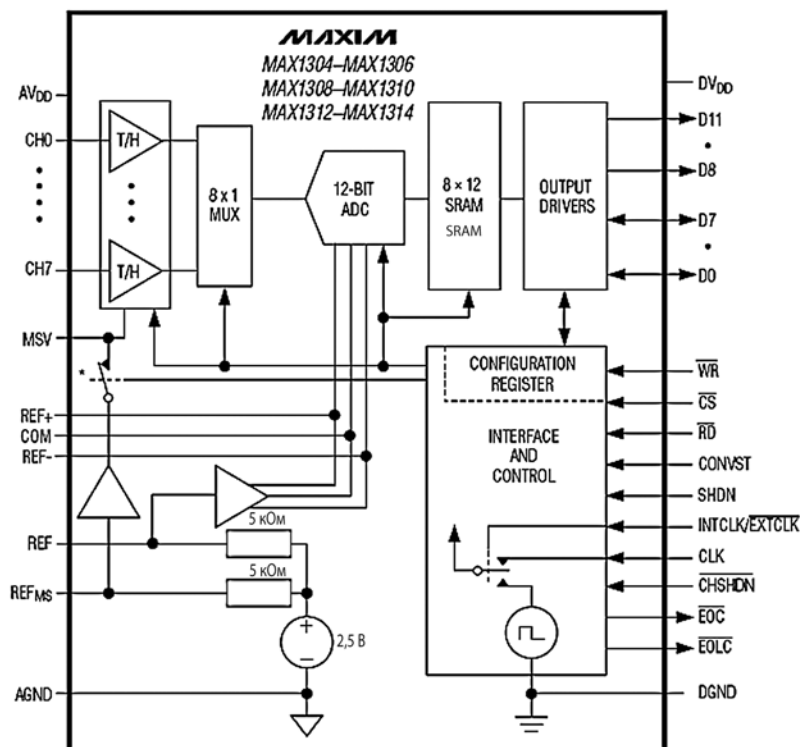


Рис. 3. Структура 12-разрядных АЦП с одновременной выборкой серии MAX1304-MAX1314

Все типы АЦП имеют раздельное питание аналоговых и цифровых цепей. Диапазон напряжений питания аналоговой части 4,75...5,25 В, а цифровой — 2,7...5,25 В. Несмотря на однополярное питание, некоторые приведенные АЦП могут работать с источниками двуполярных сигналов, при этом их напряжение может превышать напряжение питания самих микросхем. Все указанные приборы имеют встроенный источник опорного напряжения. Исполнения в корпусах TQFP, LQFP обеспечивают малые габариты разрабатываемых устройств.

СТРУКТУРА 12-РАЗЯДНЫХ ЦАП MAX1304-MAX1314

Структура всех микросхем этой серии АЦП одинакова (см. рис. 3). Для аналого-цифрового преобразования используется схема с одним АЦП и мультиплексор. Микросхемы серии отличаются числом каналов и диапазоном входных напряжений. Это самые доступные и недорогие АЦП с одновременной выборкой в номенклатуре Maxim.

Микросхемы содержат внутренний источник опорного напряжения, а также источник синхронизации.

Таблица 1. Основные параметры многоканальных АЦП с одновременной выборкой фирмы Maxim

Тип	Число каналов	Разрядность, бит	SNR, дБ	Частота выборок, скорость передачи, квыб./с	Задержка и разброс выборок по каналам	Интерфейс	Диапазон входных сигналов, В	Корпус
MAX 1304	8	12	71	456 при активных 8 каналах	8-нс задержка 100-пс разброс по каналам	Параллельная 12-разрядная шина, 20 МГц	0...5 В MAX1304/ MAX1305/ MAX1306	48 TQFP 7 × 7 мм
MAX 1305	4							
MAX 1306	2							
MAX 1308	8							
MAX 1309	4							
MAX 1310	2							
MAX 1312	8							
MAX 1313	4							
MAX 1314	2	14	76	250 при 8 активных каналах	10-нс апертюра задержки 50-пс разброс по каналам	Параллельная, 14-разрядная шина, 16,6 МГц	±5 В MAX1308/ MAX1309/ MAX1310	48 LQFP 7 × 7 мм
MAX1316	8							
MAX1317	4							
MAX1318	2							
MAX1320	8							
MAX1321	4							
MAX1322	2							
MAX1324	8							
MAX1325	4	16	92	250 при 8 активных каналах	10-нс апертюра задержки 100-пс разброс по каналам	Параллельная 16-разрядная шина, 20 МГц	±10 В MAX1312/ MAX1313/ MAX1314	56 TQFN 8 × 8 мм
MAX11044	4							
MAX11045	6							
MAX11046	8	24	106 при 16 квыб./с 117 при 1 квыб./с	Программируемая 0,25...0,64	Программируемая задержка 0...333 мкс	Последовательный, 4-проводный SPI/QSPI/MICROWIRE	±2,2 В	38 TSSOP
MAX 11040	4							

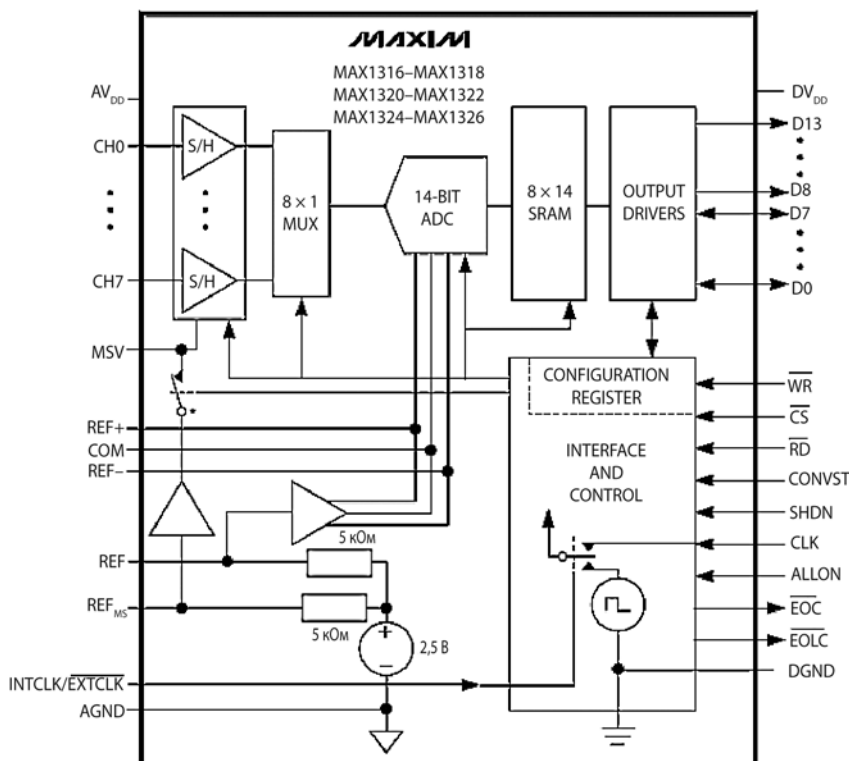


Рис. 4. Структура 14-разрядных АЦП серии MAX1316–MAX1326

Двунаправленная 12-разрядная шина обеспечивает высокую скорость передачи данных в хост-процессор. По этой же шине производится конфигурация режимов АЦП. Для снижения энергопотребления предусмотрены режимы работы Shutdown и PowerSaving.

ЛИНЕЙКА 14-РАЗРЯДНЫХ АЦП MAX1316-MAX1318, MAX1320-MAX1322, MAX1324-MAX1326

В данной серии многоканальных АЦП с одновременной выборкой используется схема с одним ядром аналого-цифрового преобразования и мультиплексор. Микросхемы этой серии имеют одинаковую структуру (см. рис. 4). Отличие заключается в числе каналов и диапазоне входных напряжений. Это 14-разрядное развитие предыдущей разработки MAX1304–MAX1314. Соответственно, больше и цена этих микросхем, по сравнению с аналогичными микросхемами 12-разрядной серии.

Микросхемы имеют внутренний источник опорного напряжения, но дополнительно может подключаться и внешний ИОН. Микросхемы отличаются двумя параметрами — числом каналов, диапазоном входных напряжений и, соответственно, скоростью передачи. Чем меньше число каналов, тем короче цикл преобразования и передачи кадра данных. При использовании всего одного канала цикл преобразование и передачи составляет всего 1,6 мкс, а для варианта с использованием 8 каналов — 3,7 мкс. Следует принять во внимание, что цена микросхем этой серии в большой степени зависит от числа каналов. Для восьми канальных типов АЦП она максимальна. Для четырехканальных модификаций цена ниже в два и более раз. Для двухканальных модификаций цена снижается еще более чем в четыре раза.

Для снижения энергопотребления предусмотрены режимы работы Shutdown и PowerSaving. Для связи с процессором обработки используется двунаправленная 14-разрядная шина данных, по которой осуществляется конфигурирование режимов работы каналов АЦП. Для

сокращения времени преобразования может использоваться режим совмещения циклов передачи данных предыдущего канала с циклом преобразования последующего канала. Рабочий температурный диапазон: –40...85°С. Для достижения 14-разрядной точности в отдельных приложениях рекомендуется использовать входные буферные усилители, реализованные, например, на ОУ MAX4350 или MAX4265.

СТРУКТУРА 16-РАЗРЯДНЫХ АЦП MAX 11044/45/46

Микросхемы этой серии выполнены по одной схеме и отличаются лишь числом входных аналоговых каналов — соответственно, 4; 6 и 8. В структуре используется параллельное преобразование с помощью поканальных независимых АЦП, что обеспечивает высокую скорость преобразования выборок. 16-разрядная параллельная шина обеспечивает высокую скорость передачи данных в хост-процессор. Особенностью микросхем этой серии MAX11044/45/46 (см. рис. 5) является высокое сопротивление входных каскадов — до 1 Гом. Для ряда приложений с высокоимпедансными датчиками это свойство позволяет значительно упростить задачу сопряжения датчика, снизить влияние шумов и помочь реализовать максимальное разрешение.

Высокая производительность данной серии АЦП и число каналов как нельзя лучше подходит для приложений, связанных с управлением многофазным электроприводом. На рисунке 6 показан пример использования АЦП в системе управления трехфазных электроприводом на основе сигнального процессора. Два канала 8-канального АЦП MAX 11046 используются для преобразования данных углового синусно-косинусного датчика, другие три канала — для мониторинга токовых цепей трехфазного электродвигателя.

ТИПОВАЯ СХЕМА МОНИТОРИНГА ТРЕХФАЗНОЙ СЕТИ

Бурное развитие электроэнергетики привело к необходимости переоборудования существующих передающих

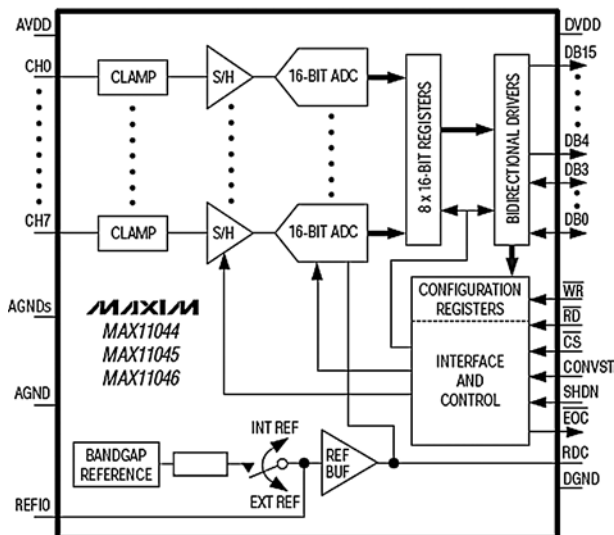


Рис. 5. Структурная схема 16-разрядных АЦП с одновременной выборкой серии MAX11044/45/46

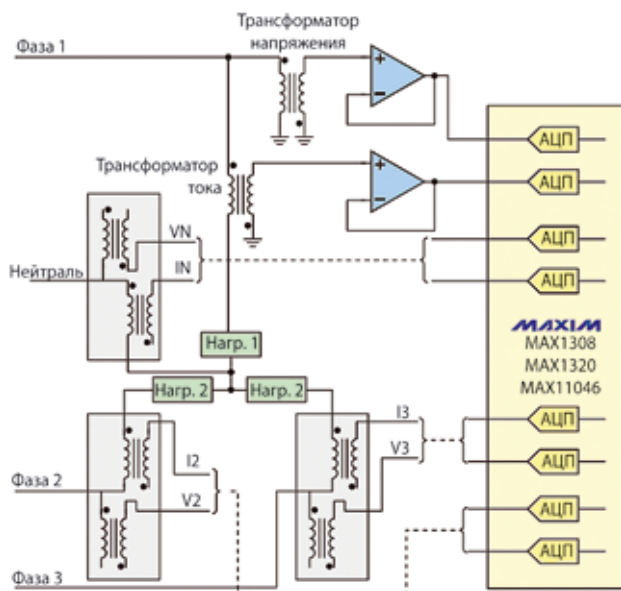


Рис. 7. Схема мониторинга трехфазной силовой цепи на основе АЦП Maxim

и распределительных сетей и сооружения новых подстанций. Достижения в микропроцессорной технике и постоянный рост стоимости труда обслуживающего персонала стимулирует разработку новых автоматизированных высоковольтных подстанций.

Задача мониторинга силовых цепей сводится к измерению токов и напряжений в трех фазах, а также тока и напряжения в цепи нейтральной шины (см. рис. 7). Напряжения трех фаз напряжений на проводниках смещены по фазе относительно друг друга. Измерение производится с помощью измерительных трансформаторов тока и напряжения, которые обеспечивают гальваническую развязку и согласование по уровню сигнала со входной схемой АЦП. В итоге, для мониторинга трехфазной сети требуются восемь каналов для измерения токов и напряжений в четырех проводниках. Измерения должны производиться одновременно по всем каналам, для того чтобы адекватно учитывать фазовые сдвиги. Вычисляются активная и реактивные мощности. При вычислении используется преобразование Фурье. Можно оценивать частотные и фазовые искажения сигналов, уровень шумов и потери мощности, эффективность энергосистемы.

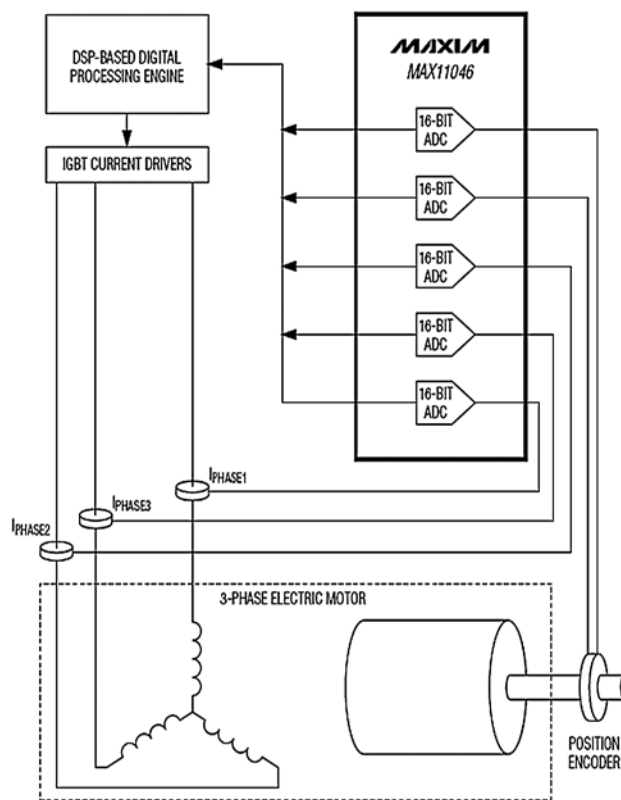


Рис. 6. Пример использования АЦП в системе управления трехфазных электроприводом

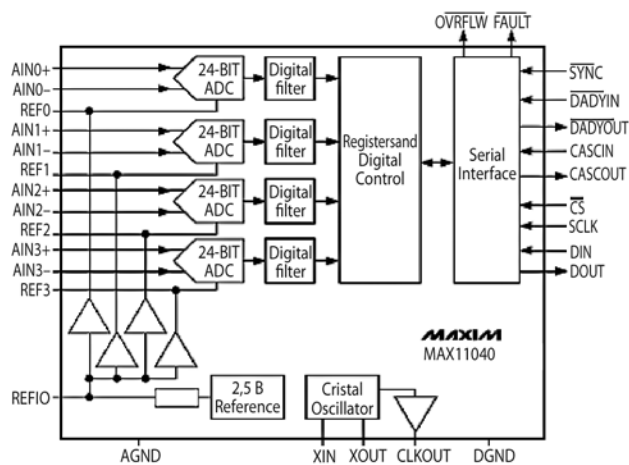


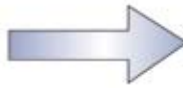
Рис. 8. Структура MAX11040

Динамический диапазон определяется исходя из амплитуды сигнала и точности.

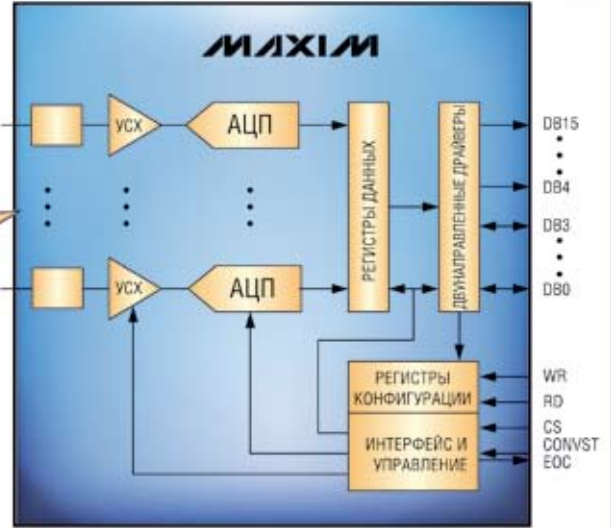
Наличие восьми каналов на кристалле MAX11046 позволяет с помощью одной микросхемы вести измерение токов и напряжений по каждой из трех фаз, а также наблюдать состояние нейтрали. Таким образом, установленное на подстанции оборудование становится способным к обнаружению нештатных ситуаций работы сети (пропадание напряжений или короткое замыкание).

СТРУКТУРА 24-РАЗЯДНОГО 4-КАНАЛЬНОГО АЦП MAX 11040

Эта серия обеспечивает наибольшую точность — 24 разряда (см. рис. 8). В микросхеме используется параллельное преобразование данных по четырем каналам посредством независимых дельта-сигма АЦП. Все



**До 8 каналов
одновременно**



Москва
Тел.: (495) 995-0901
Факс: (495) 995-0902
E-mail: msk@compel.ru

Санкт-Петербург
Тел.: (812) 327-9404
Факс: (812) 327-9403
E-mail: spb@compel.ru

Компэл
www.compel.ru

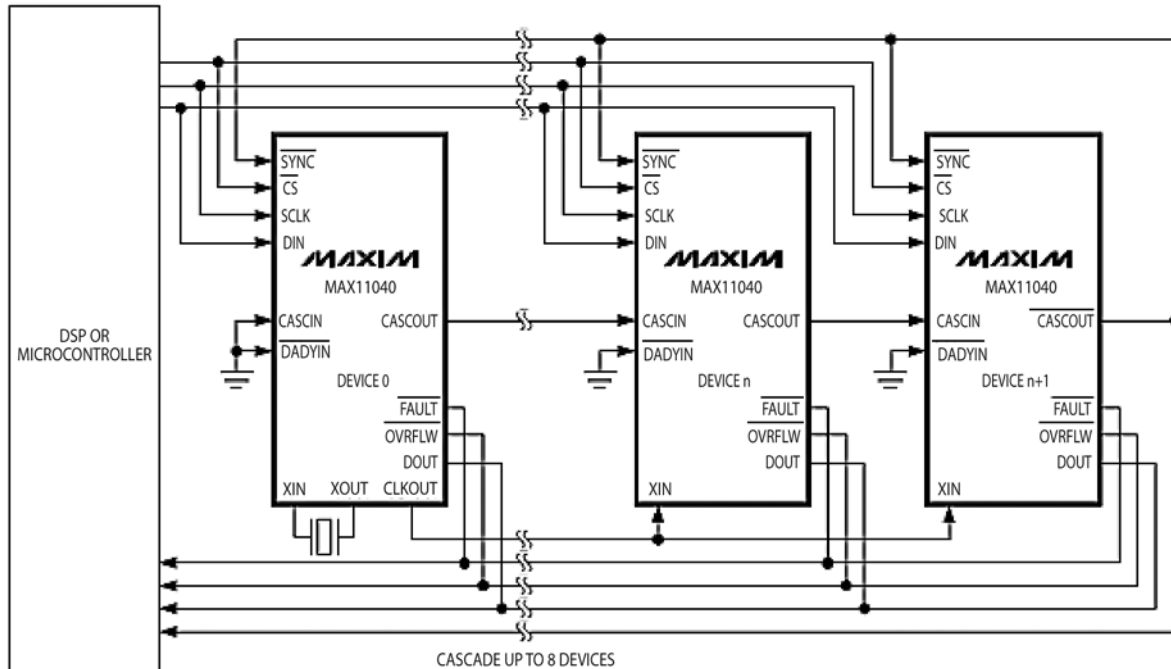


Рис. 9. Каскадирование до восьми микросхем MAX11040

каналы имеют дифференциальные входы. Потребление микросхемы по аналоговому питанию — 25 мА, цифровому — 11 мА.

Преобразование обеспечивается интегрированием во времени. Для фазирования каналов в структуре предусмотрены модули программируемых по каналам цифровых задержек. Это позволяет компенсировать фазовые сдвиги

во входных трансформаторах или фильтрах. Задержка сэмпирования по каналам может составлять 0...333 мкс с шагом регулирования 1,33 мкс. Встроенные цифровые низкочастотные фильтры по каждому каналу обеспечивают высокое отношение сигнал/шум.

Высокоскоростной последовательный SPI/QSPI/MICROWIRE/DSP-совместимый интерфейс позволяет

каскадировать до восьми микросхем (см. рис. 9). При этом у них будет один кварцевый генератор, один общий сигнал Chip Select и один синхронизирующий сигнал SYNC для одновременного сэмплирования всех входов. Сигнал SYNC подается одновременно на все УВХ. При этом сэмплирование всех каналов будет происходить одновременно.

MAX11040 позволяет одновременно сэмплировать до 32-х каналов (при использовании восьми микросхем) и плавно регулировать фазу сэмплирования для каждого канала. Микросхема имеет встроенный ИОН. Дифференциальные входы обеспечивают возможность подачи отрицательного напряжения.

Напряжения питания однополярные — 3...3,6 В (аналог., AVdd) и 2,7 В...AVdd (цифр., DVdd). АЦП способен работать с дифференциальным напряжением, максимальный размах от пика до пика которого составляет $\pm 2,2$ В (при напряжении ИОН 2,5 В). Входы имеют защиту от перегрузки. Микросхема выдерживает подачу на входы напряжения до ± 6 В как относительно земли, так и между дифференциальными входами. Состояние перегрузки на любом из входов не влияет на работу остальных каналов. Для обеспечения точности измерения 0,01% выходной импеданс источника сигнала не должен превышать 2,86 кОм. В противном случае потребуются использовать буферизирующий усилитель.

Особенность микросхемы MAX11040 — корпус микросхемы TSSOP обеспечивает функционирование в индустриальном температурном диапазоне $-40...105^{\circ}\text{C}$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С увеличением энергопотребления во всем мире растет потребность в более эффективных подстанциях и системах энергоснабжения. Поставщики электрической энергии нуждаются в системах контроля передающих линий для учета потребления, измерения качества электроэнер-

гии, а также в устройствах для защиты дорогостоящего оборудования от бросков напряжения и электрических явлений в атмосфере. Компания Maxim — один из лидеров в разработке и производстве высокопроизводительных микросхем для аналоговой и цифровой обработки сигналов — представляет широкую номенклатуру АЦП с одновременной выборкой, которые позволяют упростить разработку систем измерения параметров сетей передачи электроэнергии следующего поколения. Чтобы достичь высоких параметров систем сбора данных и соответствовать параметрам этих АЦП, необходимо обратить пристальное внимание на конструкцию устройства. Особого внимания требуют: низкочастотная фильтрация входных сигналов, малошумящие буферные усилители и источник опорного напряжения, расположение компонентов, разводка печатной платы, фильтрация шумов и пульсаций напряжения питания. При внимательном отношении к этим принципам конструирования новое поколение высококачественных АЦП обеспечит превосходные результаты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Колм Слеттери. *Высококачественный мониторинг линий электропередач с помощью многоканальных АЦП*. Analog Devices.
2. Анатолий Андрусевич. *Многоканальные АЦП с одновременным сэмплированием*//Новости электроники. №5. 2008 г.
3. Евгений Звонарев. *Разнообразие архитектур АЦП компании Maxim*//Новости электроники. №8. 2005 г.
4. *24-Bit, 4-Channel, Simultaneous-Sampling, Cascadable, Sigma-Delta ADC*//MAX11040 Datasheet.
5. *8/4/2-Channel, 12-Bit, Simultaneous-Sampling ADCs with $\pm 10\text{V}$, $\pm 5\text{V}$, and 0 to +5V Analog Input Ranges*//MAX1304-MAX1314 Datasheet.
6. *8/4/2-Channel, 14-Bit, Simultaneous-Sampling ADCs with $\pm 10\text{V}$, $\pm 5\text{V}$, and 0 to +5V Analog Input Ranges*//MAX1316-MAX1326 Datasheet.

СОБЫТИЯ РЫНКА

| РОССИЙСКИЙ РЫНОК МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ | 26-го февраля в Москве состоялась конференция «Российский рынок микроэлектроники. Перспективы развития». Конференцию открыл Юрий Борисов, зам. министра промышленности и торговли РФ, который рассказал о ходе реализации федеральных целевых программ.

Из его доклада следует, что наш рынок микроэлектроники повторяет структуру мирового, но из-за отсутствия инвестиций в течение 15-ти лет текущее отставание в рамках технической базы составляет 1—2 технологических поколения. Однако у России есть все шансы наверстать упущенное, т.к. в нашем распоряжении опыт западных компаний-лидеров, последние технологические новинки и мощная поддержка со стороны государства.

Изменяется таможенно-тарифное регулирование. Учитывая, что на территории России практически не производятся электронные компоненты, но идет рост контрактного производства, решено снизить тарифы на ввоз ЭК и поднять пошлины на конечную продукцию.

Доклад Геннадия Красникова, академика РАН, ген. директора «НИИМЭ и Микрон», был посвящен вопросу объединения участников рынка микроэлектроники вокруг современной производственной площадки — созданию отраслевого кластера. Ключевой проблемой является рост стоимости производства по мере уменьшения топологических размеров микросхем.

Микроэлектроника требует высокой концентрации ресурсов: инвестиционных, научно-исследовательских и инфраструктурных, поэтому во всем мире вокруг заводов образуются системы, включающие десятки и сотни компаний. Такие системы поддерживаются государством с помощью налоговых льгот, низких кредитных ставок, финансированием научно-исследовательской деятельности. Подобная структура существовала у нас еще в СССР вокруг Зеленограда, и сейчас она выходит на новый передовой уровень. Проект создания производства топологического уровня 180...90 нм включил в себя взаимодействие десятков компаний и дизайн-центров, способствовал развитию международного сотрудничества, включил в себя взаимодействие с более чем 60-ю научных организаций России.

Александр Гурко, ген. директор, компания «Навигационно-информационные системы», рассказал о развитии российских навигационных технологий и поделился текущими проблемами этого сегмента рынка. В частности, уверенному продвижению оборудования ГЛОНАСС мешают малые масштабы нашего внутреннего рынка. Из-за небольших объемов производства следует низкая рентабельность и отсутствие экономической мотивации для разработки и производства современных навигационных чипсетов.

В конференции также приняли участие представители следующих компаний: Intel; «Российская венчурная компания»; ОАО «СИТРОНИКС»; ГК «РОСНАНО»; Frost&Sullivan; M+W Zander; ST Microelectronics; IBM; NXP; Altium Europe; SEMI Europe; ЦНИИ «Электроника»; Ward Howell. Они рассказали о последних достижениях своих компаний и высказали рекомендации по развитию инфраструктуры зеленоградского отраслевого кластера.

www.russianelectronics.ru