

Программируемые аналоговые ИС Anadigm: весь спектр аналоговой электроники на одном кристалле. Первое знакомство

Александр Полищук (Москва)

За последние полтора десятилетия в современную электронику прочно вошли интегральные микросхемы с изменяемой пользователем внутренней конфигурацией – программируемые логические интегральные схемы – ПЛИС (FPGA). Однако прежде чем дело доходит до цифровой обработки, в большинстве случаев приходится иметь дело с обработкой аналоговых сигналов. Поэтому аналоговая электроника в современных системах занимает не менее важное место, чем цифровая. Традиционно схемы аналоговой обработки сигналов выполняются на дискретных компонентах. При этом аналоговая часть нередко занимает много места на печатной плате и имеет высокую стоимость. Уменьшить стоимость и габариты позволяет использование программируемых аналоговых интегральных схем – ПАИС (FPAА).

ВВЕДЕНИЕ

Один из лидеров в производстве ПАИС – компания Anadigm. Компания производит два типа ПАИС – динамически и статически конфигурируемые FPAА. Различие их заключается в том, что динамически конфигурируемая схема позволяет полностью или частично менять функциональную структуру в реальном масштабе времени в работающем устройстве, что даёт возмож-

ность создавать уникальные схемы аналоговой обработки сигналов.

АРХИТЕКТУРА FPAА

Структурная схема FPAА показана на рисунке 1. Её основу составляют конфигурируемые аналоговые блоки (САВ), которые содержат наборы элементов для реализации стандартных устройств – операционных усилителей, компараторов, источников образцового напряжения,

АЦП, а также конфигурационную память (Look-Up Table) и специальный интерфейс. Входные аналоговые сигналы подаются в САВ через конфигурируемые двунаправленные I/O-ячейки. Ячейки I/O_Cell_1...3 осуществляют передачу сигнала напрямую в один из блоков. Ячейка I/O_Cell_4 содержит специальный мультиплексор, который позволяет подключать до 4 дифференциальных (или 8 несимметричных) входных сигналов или нагрузок (в режиме выходов). Каждый вход/выход ячейки может непосредственно подключаться к одному из блоков или предварительно обрабатываться при помощи набора стандартных устройств в любой комбинации: буферный усилитель, усилитель с программируемым коэффициентом усиления, программируемый фильтр, прецизионный усилитель со стабилизацией прерыванием. Последний специально разработан для усиления сигналов, требующих ультранизкого входного напряжения смещения и высокостабильного коэффициента усиления.

Выходные сигналы могут быть выведены из блоков на выводы I/O_Cell непосредственно или через дополнительные активные элементы, аналогично входным. Кроме того, выходные сигналы могут быть выведены напрямую через специальные выходные ячейки Output_Cell_1...2, которые также содержат программируемые фильтры и преобразователи дифференциальных сигналов в несимметричные. Эти ячейки можно использовать и для вывода цифровых сигналов с выходов компараторов.

Синхронизация в ПАИС может осуществляться при помощи внешнего источника или от встроенного тактового генератора с внешним кварцевым резонатором. Частота внутреннего генератора может быть поделе-

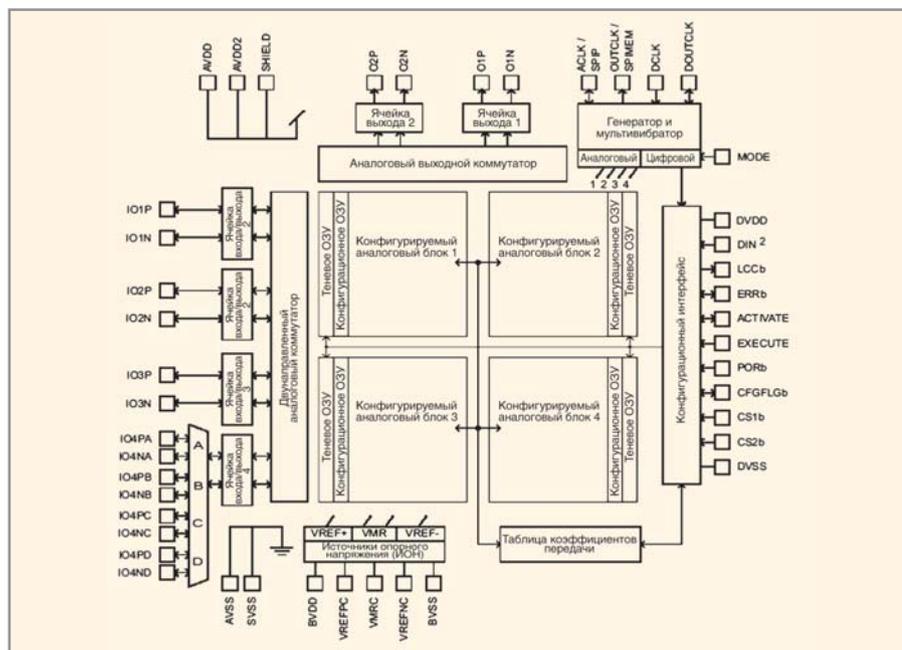
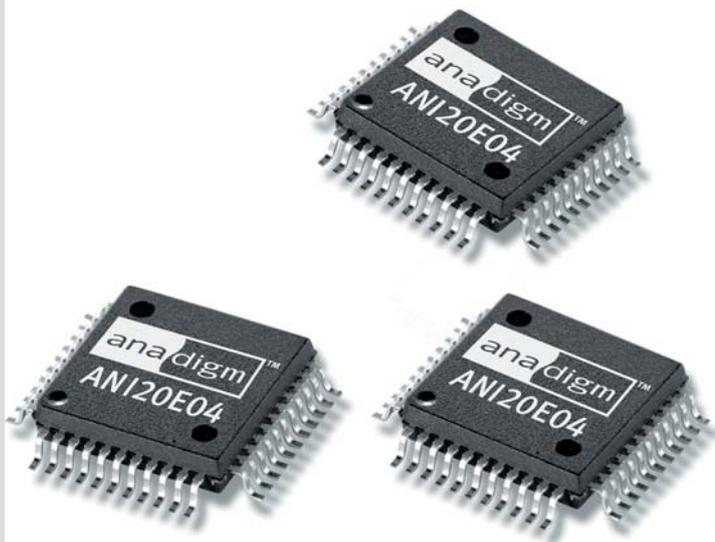


Рис. 1. Структурная схема FPAА (ПАИС)

Программируемые аналоговые интегральные схемы (FPAА): весь спектр аналоговой электроники на одном кристалле!



Микросхемы FPAА Anadigm



Отладочный комплект с ПО Anadigm Designer® 2

ОСНОВНЫЕ ДОСТОИНСТВА ANADIGM DESIGNER 2

- Удобная среда разработки, интуитивно понятная разработчику
- Отладка схемы в реальном времени
- Цифровой осциллограф, вольтметр, частотомер
- Быстрое программирование ИС через стандартный порт RS232 непосредственно из среды разработки
- Тестирование прошивки непосредственно на кристалле или в системе
- Динамическое перепрограммирование структуры

ОСНОВНЫЕ ДОСТОИНСТВА FPAА

- Статическая и динамическая конфигурация структуры
- Однокристалльные системы аналоговой обработки
- Программное изменение характеристик системы
- Автоматически перестраиваемые и адаптируемые схемы
- Упрощение настройки и регулировки
- Увеличение жизненного цикла изделия
- Снижение стоимости
- Повышение надёжности

На одном кристалле FPAА содержится:

- Дифференциальные компараторы
- Операционные и инструментальные усилители
- Инструментальные усилители
- Фильтры
- Источники образцового напряжения
- Усилители-ограничители
- Мультиплексор
- Выпрямители с ФНЧ
- Генераторы синусоидального сигнала
- Генераторы периодических сигналов специальной формы
- АЦП последовательного приближения
- Программируемые усилители

Области применения

- Системы сбора данных
- Медицинское оборудование
- Автоэлектроника
- Промышленная автоматика
- Аудиотехника
- Прецизионные измерительные системы и т.п.

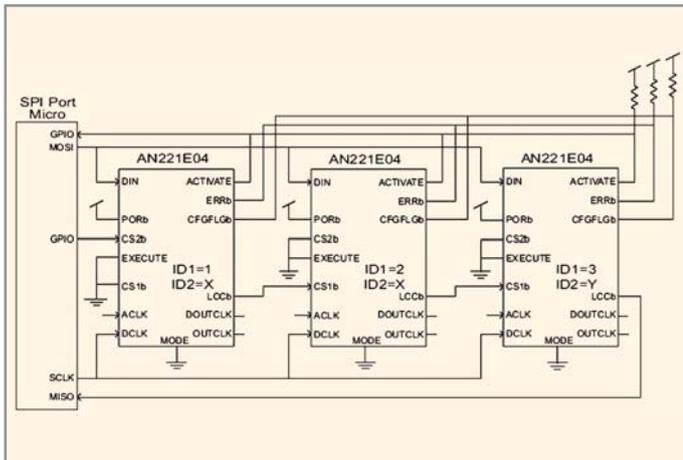


Рис. 2. Объединение нескольких ПАИС для создания больших систем аналоговой обработки

на четырьмя синхронными программируемыми делителями; каждая из частот может быть выведена на внешний выход.

Режимы работы САВ, значения тактовых частот, направления передачи сигналов, назначения и конфигурация I/O_Cell, Output_Cell хранятся в так называемой конфигурационной памяти (Configuration SRAM). Копия содержимого конфигурационной памяти хранится в теновом ОЗУ (Shadow SRAM), которое может перезаписываться без нарушения процесса обработки сигнала. Это позволяет динамически изменять конфигурацию ПАИС в работающем устройстве во время работы предыдущей версии. После загрузки в теновое ОЗУ новых данных конфигурация устройства изменяется за один цикл тактовой синхронизации.

Все аналоговые блоки (САВ) имеют доступ к общей конфигурационной памяти (Look-Up Table), в которой хранится информация о передаточных характеристиках устройств, необходимых для реализации таких функций, как сжатие динамического диапазона, линеаризация сигналов датчиков, формирование сигналов произвольной формы, управляемая фильтрация.

Генератор опорного напряжения (Voltage Reference Generator) форми-

рует сигналы для каждого из блоков и имеет внешние выходы для подключения фильтрующих конденсаторов.

Архитектура ПАИС имеет простой и гибкий конфигурационный интерфейс. Он предназначен для работы как в автономном режиме, так и для связи с внешними SPI- или FPGA EPROM-интерфейсами. В режиме FPGA EPROM после включения питания конфигурация из EPROM будет автоматически загружена в FPAА, и устройство сразу же начнет работать.

Конфигурационный интерфейс также выполняет функцию связи FPAА с внешним микроконтроллером через SPI-порт в режиме ведомого устройства. С его помощью возможно наращивание количества ПАИС для создания больших систем аналоговой обработки (см. рис. 2).

В конфигурируемом аналоговом блоке может быть реализован 8-разрядный АЦП последовательного приближения. Его выход может быть подключён к любому выводу ячейки Output_Cell, который должен быть сконфигурирован как цифровой выход.

СРЕДСТВА РАЗРАБОТКИ FPAА ANADIGM

Для разработки проектов на базе ПАИС компания Anadigm предостав-



Рис. 3. Интерфейс программной среды Anadigm Designer®2

ляет специализированную программную среду Anadigm Designer®2. Её основу составляет библиотека конфигурируемых аналоговых модулей (Configurable Analog Modules – САМ), каждый из которых может использоваться для выполнения широкого круга аналоговых функций путём задания соответствующих параметров. Библиотека содержит следующие основные модули (САМ) по функциональному назначению:

- дифференциальный компаратор;
- инвертирующий дифференциатор;
- делитель;
- билинейный фильтр;
- биквадратный фильтр;
- каскад усиления полупериода сигнала;
- каскад суммирования/вычитания полупериода сигнала;
- источник постоянного напряжения;
- усилитель-ограничитель
- усилитель с коммутацией входов;
- однополупериодный выпрямитель;
- однополупериодный выпрямитель с инверсией;
- усилитель с контролем полярности;
- интегратор;
- инвертирующий усилитель;
- инвертирующий сумматор;
- перемножитель;
- выпрямитель с ФНЧ;
- усилитель выборки/хранения;
- генератор синусоидального сигнала;
- трансимпедансный усилитель;
- каскад с передаточной характеристикой, задаваемой пользователем;
- генератор периодических сигналов произвольной формы;
- каскад суммирования/вычитания с ФНЧ;



Рис. 4. Внешний вид отладочных плат Anadigm

Дискретные аналоговые компоненты, которые может заменить ПАИС

Компонент	Ведущие производители	Преимущества замены
Активный фильтр	Analog Devices, Lattice Semiconductors, Linear Technology, Maxim	Высокая точность установки параметров и ультранизкая дискретность Параметры фильтра могут меняться статически или динамически без замены микросхемы Все типы фильтров и их АЧХ реализуются на одном кристалле
Цифровой потенциометр	Analog Devices, Maxim/Dallas, Xicor, Catalyst Semiconductors	Многократно более высокая точность и ультранизкая дискретность Вся аналоговая система может быть размещена на одном кристалле
Прецизионный конденсатор и резистор	Philips, Vishay	Высокая точность (0,1%) и температурная стабильность Снижение стоимости по сравнению с прецизионными дискретными компонентами
Фильтры ультранизких частот	National Semiconductors	Отсутствие конденсаторов большой ёмкости и как следствие – больших зарядных токов; кардинальное уменьшение габаритов Полное отсутствие пассивных компонентов в схеме
Аналоговые перемножители	Analog Devices	На одной ПАИС реализуется до четырёх 8-разрядных перемножителей на кристалле
Усилители с программируемым усилением	Linear Technology	На одной ПАИС реализуется до 8 программируемых усилителей на кристалле. Усиление каждого из них может динамически изменяться

- АЦП последовательного приближения;
- усилитель с управляемым напряжением коэффициентом усиления;
- билинейный ФНЧ с низкой частотой перегиба АЧХ;
- суммирующий/вычитающий интегратор;
- вычислитель квадратного корня.

Anadigm Designer®2 содержит функциональный симулятор по времени, который позволяет отладить устройство без программирования микросхемы. Программную среду отличает простой и очень удобный интерфейс (см. рис. 3), который осваивается в течение часа без предварительного ознакомления с руководством. Даже если пользователь не является специалистом в области аналоговой схемотехники, он может быстро разработать необходимое устройство, отладить его, просмотреть все режимы и сигналы с помощью четырёхканального виртуального осциллографа и загрузить полученную конфигурацию в FPAА.

В случае разработки проекта с динамически изменяемой конфигурацией Anadigm Designer®2 автоматически формирует Си-код, позволяющий задавать необходимые аналоговые функции непосредственно с управляющего микропроцессора или микроконтроллера.

Для разработки и отладки Anadigm предлагает несколько специальных наборов, которые содержат отладочные платы (см. рис. 4), кабели для подключения к компьютеру, программное обеспечение Anadigm Designer®2 и позволяют опробовать весь спектр возможностей ПАИС.

Области применения FPAА Anadigm

ПАИС предназначены для создания аналоговых устройств в частотном диапазоне от постоянного тока до 2 МГц, однако в ряде случаев верхняя частота ограничивается величиной 400 кГц. Поэтому среди основных областей применения можно выделить следующие: обработка сигналов датчиков, аналоговые схемы управления, комплексная фильтрация, интерфейсы и усилители сигналов фотодиодов, преобразователи напряжение–ток и ток–напряжение, обработка и фильтрация аудиосигналов, обработка сверхнизкочастотных аналоговых процессов, динамические эквалайзеры, сжатие и расширение динамического диапазона сигнала, частотные модуляторы, генераторы сигналов произвольной формы, прецизионные выпрямители, преобразователи RMS-DC, аналоговые перемножители, тональные генераторы и другие устройства для систем промышлен-

ной автоматики, медицинской, измерительной и бытовой аппаратуры. В таблице перечислены дискретные аналоговые компоненты, которые в комплексе могут заменить ПАИС, а также основные преимущества такой замены.

Программа FreezeFrame

Для серийного производства Anadigm предлагает уникальную услугу – изготовление заказных микросхем на базе FPAА. Изделия FreezeFrame имеют такую же архитектуру, что и FPAА, оптимизированную для изготовления специализированных аналоговых микросхем (ASIC). Поскольку основные блоки ASIC по структуре не отличаются от ПАИС, разработанное и отлаженное устройство на FPAА автоматически переносится в ASIC. Это позволяет снизить стоимость микросхем на 30...60%. Всё, что для этого требуется, – разработать и отладить проект на базе ПАИС, отправить файл прошивки региональному представителю, и через некоторое время будет изготовлено требуемое количество ASIC в тех же корпусах и полностью совместимое по выводам. Это позволяет параллельно изготовить печатные платы и подготовить производство, сократив сроки и значительно снизив стоимость изделий.



Новости российских дистрибьюторов

Новый двоярный 12-разрядный ЦАП с однополярным питанием и Rail-to-Rail-выходами фирмы Linear Technology

Компания Linear Technology начала производство экономичного двоярного 12-разрядного ЦАП последовательного

приближения LTC1454 с размахом выходного сигнала до напряжения питания. Микросхема включает в себя выходные буферные усилители с программируемым коэффициентом усиления (1 или 2), встроенный источник опорного напряжения 2,048 В (1,220 В у LTC1454L) и простой для использования 3-проводный интерфейс.

ЦАП потребляет ток не более 700 мкА и обеспечивает величину ошибки менее 0,5LSB, что делает его практически идеальным для применения в устройствах, где размеры, нелинейность и однополярное питание являются определяющими.

www.prochip.ru
тел. (095) 234-0636