

FUSION:

НОВОЕ СЕМЕЙСТВО ЦИФРОАНАЛОГОВЫХ ПЛИС ACTEL

С ростом степени интеграции все большее распространение получают системы на кристалле, реализованные на ПЛИС. Это позволяет значительно уменьшить габариты системы, повысить ее надежность, сократить время и затраты на разработку. Однако развитие этого направления сдерживается отсутствием развитой встроенной периферии, из-за чего разработчики вынуждены применять внешние устройства. Отвечая современным потребностям рынка, в 2006 году корпорация Actel создала новое цифроаналоговое семейство ПЛИС под названием Fusion.

Fusion – это принципиально новый чип смешанного типа с полноценным встроенным конфигурируемым аналоговым блоком и расширенным набором периферийных устройств (рис.1). Возможности устройства позволяют разрабатывать полноценные цифроаналоговые системы на кристалле с минимальным применением внешней аналоговой и цифровой периферии, а иногда и вовсе без нее.

Actel позиционирует новое семейство как программируемый системный чип (ПЧ, Program System Chip – PSC). В состав семейства включены также ПЛИС, адаптированные для использования в них программных ядер ARM7 и Cortex-M1. Основные характеристики микросхем семейства Fusion представлены в таблице.

АРХИТЕКТУРА ПЛИС FUSION

Fusion относится к третьему поколению семейств ПЛИС, изготовленных по флэш-технологии, и является расширением уже известного семейства ProASIC3. Флэш-технология обеспечивает старт сразу после включения питания без внешних устройств загрузки конфигурации.

Семейство Fusion имеет до 1,5М системных вентиляей, до 278 блоков ввода/вывода, двухпортовое ОЗУ емкостью до 270 Кбит, шесть блоков формирования тактовой частоты с од-

С. Карпов, инженер технической поддержки Actel
karpov@actel.ru

ной или двумя цепями ФАПЧ и энергонезависимое флэш-ПЗУ объемом 1 Кбит (рис.2). Кроме того, в состав Fusion входит блок флэш-памяти объемом до 8 Мбит, блок часов реального времени и генераторов тактовой частоты (OSC) и аналоговый блок.

Базовым элементом Fusion являются логические ячейки (VersaTile); структура одной из них показана на рис.3. Каждая логическая ячейка представляет собой четырехполюсный элемент и может быть сконфигурирована при помощи системных вентиляей в один из следующих элементов:

- любой трехполюсный логический элемент (И, ИЛИ, НЕ, Исключающее ИЛИ, И-НЕ и т.п.);
- D-триггер со сбросом или установкой (трехполюсный);
- D-триггер с разрешением и сбросом или установкой (четыреполюсный).

Посредством развитой структуры локальных и глобальных связей ячейки образуют логическую матрицу, которая и является основным элементом ПЛИС.

Fusion обладает гибкой структурой ввода/вывода, способной работать в широком диапазоне рабочих напряжений (1,5; 1,8; 2,5 и 3,3 В). Блоки ввода/вывода разделены на четыре или пять банков, каждый из которых может работать со своим напряжением питания. Каждый блок ввода/вывода способен поддерживать интерфейс по различным цифровым стандартам, в том числе и дифференциальным (LVTTTL, LVCMOS, PCI 3,3 В, PCI-X, LVPECL, LVDS, BLVDS, MLVDS). Он имеет встроенный регистр ввода/вывода, а также поддерживает DDR-интерфейс со скоростью передачи данных до 700 Мбит/с. Каждый блок может быть сконфигурирован как вход, выход, вы-

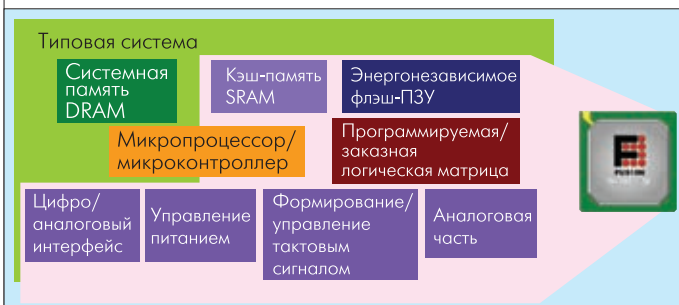


Рис. 1. Типовая микропроцессорная схема и ее реализация в ПЛИС Fusion



Основные характеристики микросхем семейства Fusion

Fusion		AFS090	AFS250	AFS600	AFS1500
ARM-адаптированные	CoreMP7	–	–	M7AFS600	–
	Cortex-M1	–	M1AFS250	M1AFS600	M1AFS1500
Основные характеристики	Системных вентиляей	90 000	250 000	600 000	1 500 000
	Логических ячеек (D-триггеров)	2304	6144	13 824	38 400
	Генераторов с ФАПЧ	1	1	2	2
	Глобальных цепей	18	18	18	18
Память	Блоков флэш-памяти (по 2 Мбит)	1	1	2	4
	Объем флэш-памяти, Мбит	2	2	4	8
	Объем флэш-ПЗУ, Кбит	1	1	1	1
	Блоков ОЗУ (по 4 Кбит)	6	8	24	60
	Объем ОЗУ, Кбит	27	36	108	270
Аналоговый блок и ввод/вывод	Аналоговых квадрантов	5	6	10	10
	Аналоговых каналов	15	18	30	30
	Выходов повышенной мощности	5	6	10	10
	Банков ввода/вывода (+ JTAG)	4	4	5	5
	Максимальное количество цифровых линий ввода/вывода	75	114	172	252
	Аналоговых линий ввода/вывода	20	24	40	40

ход с высокоимпедансным состоянием или как двунаправленный буфер с программируемой скоростью и задержкой распространения сигнала, а также для работы в системах с "горячей" заменой модулей. Предусмотрены "подтягивающие" резисторы "вверх" и "вниз".

ПАМЯТЬ

Встроенное ОЗУ с произвольным доступом организовано в виде блоков по 4608 бит. Каждый блок может быть сконфигурирован или как двухпортовое ОЗУ, или как стек FIFO.

Блок флэш-памяти имеет страничную организацию по 1 Кбит с 8-, 16- или 32-разрядной шиной данных и доступен для записи, чтения и стирания как из самой ПЛИС по внутренней параллельной шине, так и через последовательный JTAG-интерфейс. Блок имеет встроенную схему коррекции ошибок данных (ECC – Error Correction Circuitry).

Энергонезависимое флэш-ПЗУ объемом 1 Кбит организовано по схеме 8 × 128 Кбит. Чтение доступно как из самой ПЛИС, так и через JTAG-интерфейс, а запись или стирание – только через JTAG.

АНАЛОГОВЫЙ БЛОК

Аналоговый блок является по-настоящему инновационным решением. До появления Fusion у ПЛИС, имеющих встроенный АЦП, форма и амплитуда входного аналогового сигнала были ограничены. Поэтому требовалась внешняя "обвязка" в виде усилителей, делителей и согласующих цепей. С появлением Fusion положение изменилось. Рассмотрим структуру аналогового блока более подробно.

Аналоговый блок состоит из 10 аналоговых модулей, мультиплексора, АЦП и монитора внутренней температуры (рис.4). Каждый аналоговый модуль имеет три аналоговых входа (которые могут использоваться и как дискретные, и как

аналоговые), один аналоговый выход повышенной мощности для управления MOSFET-ключами, а также встроенные делители и усилители входного сигнала. Каждый модуль может быть сконфигурирован на работу в режиме дискретных или аналоговых входов для измерения напряжения, тока или температуры (с внешним датчиком). На аналоговые входы можно подавать сигнал с амплитудой от –12 до +12 В.

С аналогового модуля сигналы через мультиплексор поступают на 12-разрядный конфигурируемый АЦП с встроенным источником опорного напряжения и частотой дискретизации до 600 Квыборок/с.

Таким образом, Fusion имеет до 30 аналоговых входов и до 10 выходов с максимальной нагрузочной способностью каждого до 25 мА. Два канала мультиплексора зарезервировано

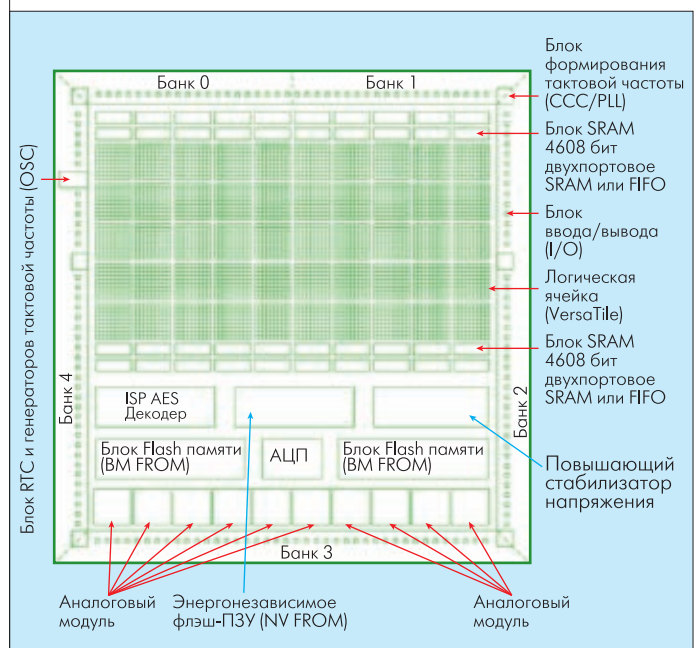


Рис.2. Архитектура ПЛИС Fusion

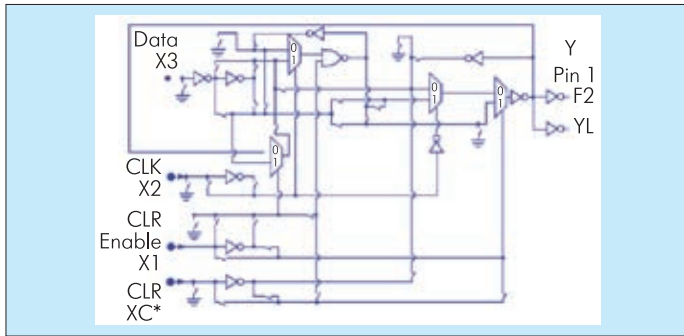


Рис.3. Структура логической ячейки

для измерения внутреннего напряжения питания ядра и температуры при помощи внутреннего датчика.

УЗЕЛ ТАКТИРОВАНИЯ

Fusion оснащен встроенным кварцевым генератором, способным вырабатывать на выходе тактовый сигнал частотой от 32 кГц до 20 МГц, и RC-генератором, формирующим 100-МГц тактовый сигнал с точностью 1% без использования внешних элементов (рис.5). Благодаря этому внешние схемы тактирования не требуются, что уменьшает влияние наводок и повышает стабильность работы ПЛИС.

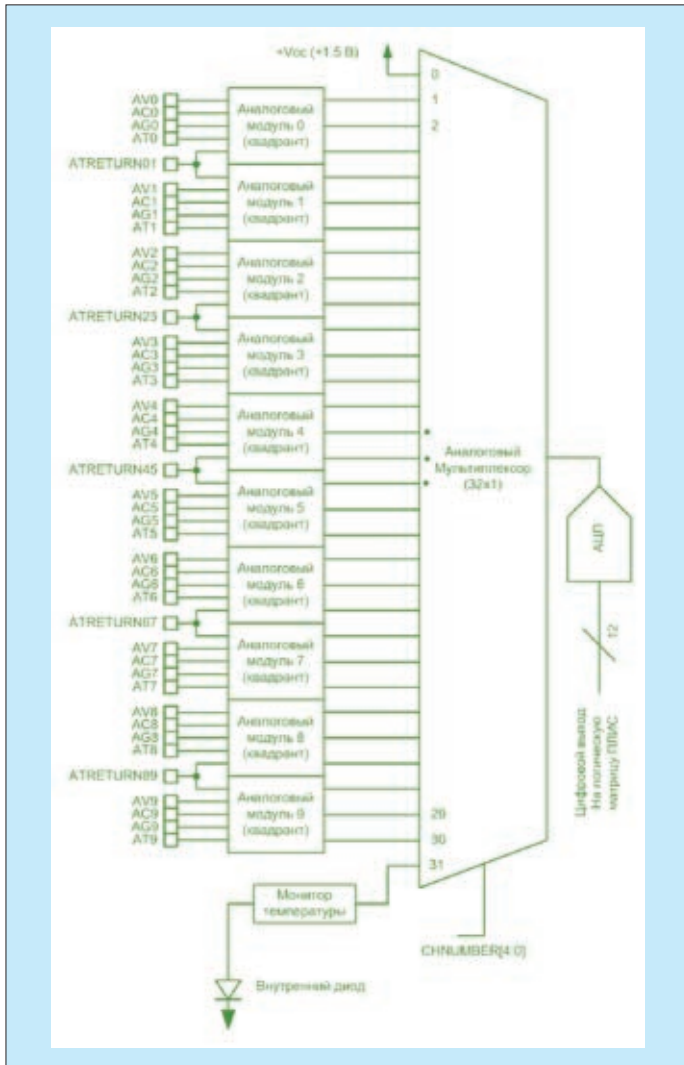


Рис.4. Аналоговый блок

БЛОК ЧАСОВ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

Встроенный блок часов реального времени (ЧРВ, RTC) содержит кварцевый генератор, узел самих часов реального времени и стабилизатор напряжения (рис.6). Предусмотрен отдельный вывод подключения внешнего питания блока ЧРВ от аккумулятора для того, чтобы ход часов сохранялся при выключении основного питания.

Узел ЧРВ содержит 40-битный счетчик, регистры сравнения и управления, и может быть сконфигурирован для однократного или периодического включения питания в заданное время.

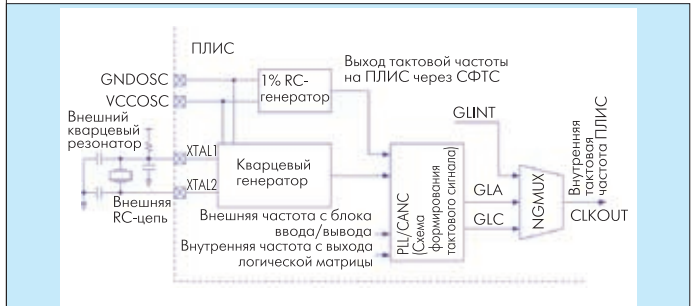


Рис.5. Узел тактирования

Узел стабилизатора напряжения содержит детектор наличия напряжения 3,3 В, модули инициализации и логики, а также сам стабилизатор. Он отвечает за формирование напряжения 1,5 В, которое служит для питания ПЛИС. Модуль управления обеспечивает включение стабилизатора при наличии на входе напряжения 3,3 В по сигналу от ЧРВ или от схем в структуре ПЛИС. Включить или выключить стабилизатор можно также через вход управления PUB.

УПРАВЛЕНИЕ ПИТАНИЕМ

Технология изготовления ПЛИС обеспечивает низкое статическое и динамическое потребление тока – от 2 мА. В Fusion предусмотрен также режим пониженного потребления и "спящий" режим, что позволяет значительно продлить срок работы от батарей в портативных устройствах (в "спящем" режиме потребление составляет всего 10 мкА). Для управления режимами работы можно использовать встроенный блок ЧРВ, с помощью которого можно периодически переводить ПЛИС в рабочий режим. Кроме того, Fusion способен переходить на работу с пониженной тактовой частотой, когда система находится в пассивном состоянии. Таким образом потребление снижается, а система продолжает работать.

Встроенный стабилизатор напряжения делает возможной работу Fusion только от одного источника питающего напряжения 3,3 В. не требуется соблюдать строгую последовательность подачи питающих напряжений для предотвращения выхода микросхем из строя. Встроенные цепи контроля тока и напряжения в сочетании с выходами для управления MOSFET позволяют управлять питанием системы без дополнительных внешних схем.

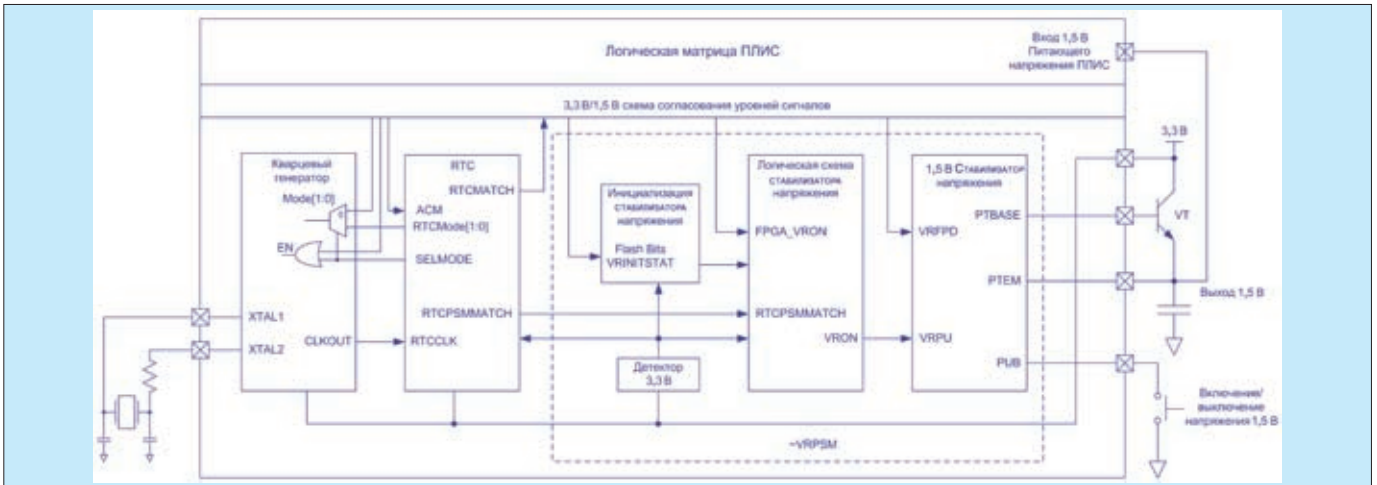


Рис.6. Блок ЧРВ

ПРОГРАММИРОВАНИЕ ПЛИС

Программировать Fusion можно как перед монтажом на плату, так и непосредственно на плате через JTAG. При этом встроенный преобразователь напряжения позволяет обойтись без дополнительного источника питания. Одновременно с загрузкой схемной конфигурации можно загрузить данные и во встроенное флэш-ПЗУ.

В Fusion имеется встроенная аппаратная защита от копирования схемной конфигурации (дизайна), основанная на 128-битном AES-кодировании. Она позволяет защитить не только содержимое ПЛИС, но и встроенного флэш-ПЗУ. При этом полностью сохраняется возможность верификации и отладки проекта.

СРЕДСТВА РАЗРАБОТКИ И ОТЛАДКИ

Для поддержки новейших технологий Actel предоставляет ряд средств для разработки, синтеза, отладки и верификации дизайна, которые уже включены в популярный пакет Actel Libero IDE (рис.7). Начиная с версии 7.3, пакет содержит весь необходимый набор библиотек для разработки дизайна Fusion, в том числе конфигурации аналогового блока, а также средства для программной и аппаратной верификации и отладки.

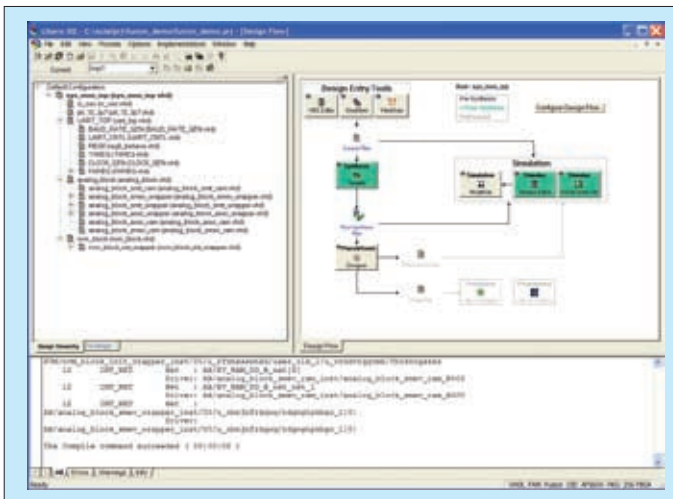


Рис.7. Интерфейс пакета Actel Libero IDE

Чтобы облегчить разработку процессорных систем, в Actel Libero IDE включен также набор средств и утилит для ядер CoreMP7 и Core0851. Программное обеспечение, созданное на языке Си, можно отлаживать в программном симуляторе.



Рис.8. Стартовый набор

Кроме того, Actel выпускает набор аппаратных отладочных средств StarterKit. Предназначен он для разработчиков, которые хотят ознакомиться с возможностями Fusion и даже начать разработку и отладку системы до того, как будет готово необходимое аппаратное обеспечение. В набор входит демонстрационная плата с микросхемой Fusion, пакет Actel Libero IDE Gold, программатор FlashPro3, а также описания и примеры разработок.

В ЧЕМ ЖЕ ПРЕИМУЩЕСТВО FUSION?

Проиллюстрируем преимущества Fusion простым примером. Рассмотрим типовую структуру микропроцессорной системы управления приводом с использованием различных платформ.

Для начала возьмем структуру с простым микропроцессором (рис.9). Как показано на рис.9, для такой платформы требуется большое количество внешних устройств, а это – большие габариты и потребление.

Более современное решение – это система на кристалле, реализованная на типовой цифровой ПЛИС большой степени

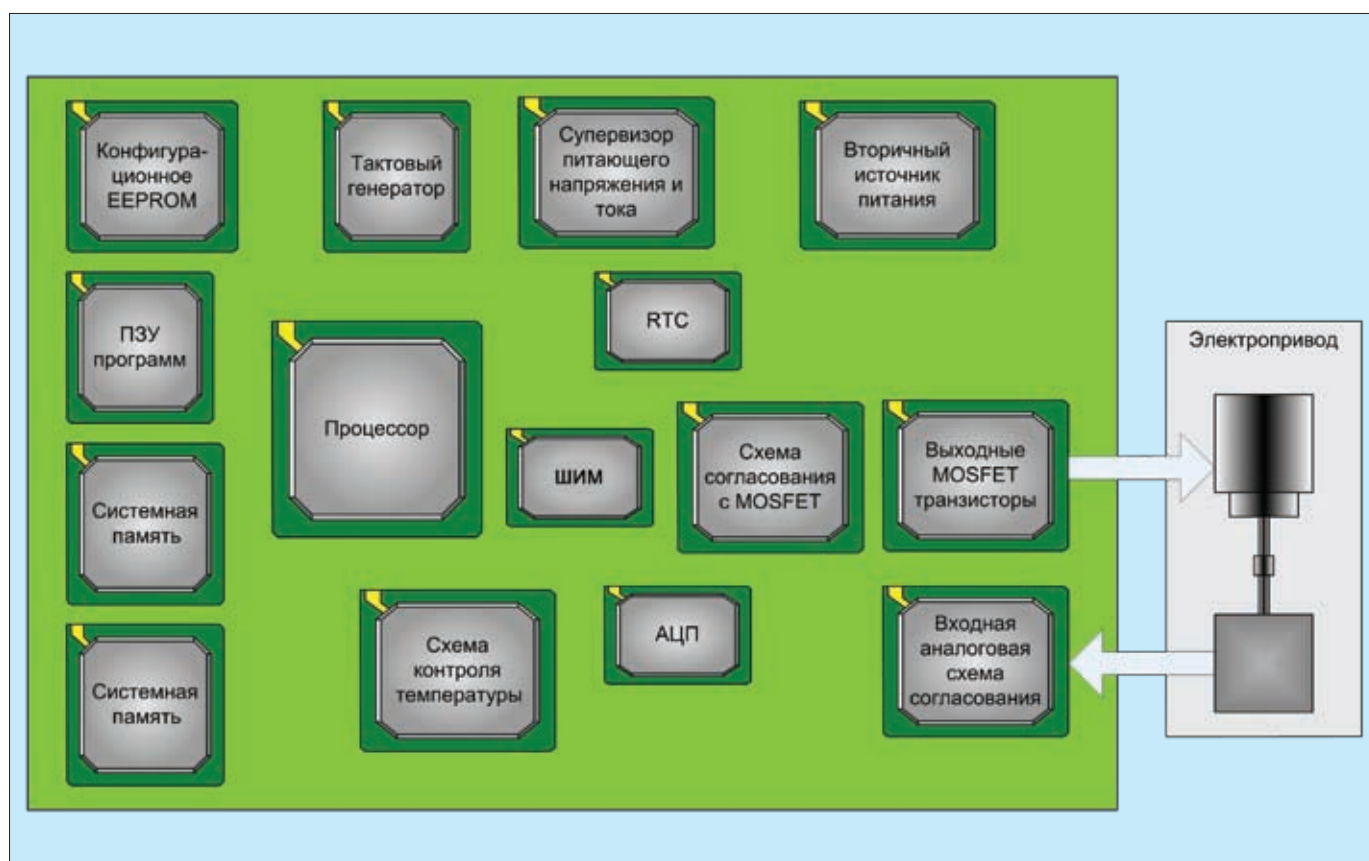


Рис.9. Типовая структура системы управления приводом с использованием микропроцессора

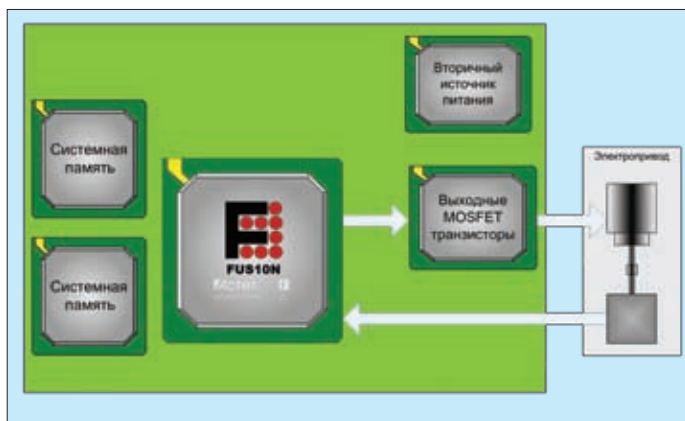


Рис. 10. Типовая структура системы управления приводом с использованием Fusion

интеграции. Применение подобной структуры должно было привести к уменьшению числа элементов на плате. Однако результат не изменился: осталась почти вся внешняя периферия, только вместо процессора – ПЛИС.

Соберем ту же структуру, но с использованием Fusion (рис.10). Перед нами – наглядный ответ на вопрос "Зачем нужен Fusion?". Все необходимые узлы, за исключением системной памяти, силовых ключей и источника вторичного питания, теперь могут быть реализованы на кристалле.

Кроме того, опыт показывает, что в процессе разработки микропроцессорных систем управления зачастую приходится

делать одну или несколько итераций разводки печатных плат по результатам макетирования. Использование Fusion позволяет сократить число итераций и даже обойтись без них, сократив тем самым время и затраты на разработку. ○

НОВЫЕ КНИГИ

ИЗДАТЕЛЬСТВА "ТЕХНОСФЕРА"

А. Джамалипур

Беспроводный мобильный Интернет

Книга может быть использована в качестве полного издания касательно беспроводного доступа к Интернету через мобильные устройства, требований и практики внедрения, тогда как отдельные части книги можно использовать в качестве учебного пособия для более специализированных курсов по данному предмету.

Книга написана таким образом, что охватывает широкую сферу аудитории, начиная со студентов старших курсов университета до аспирантов, инженеров-исследователей, разработчиков систем и других специалистов.

Переводное издание

2007. – 480 с., формат 70x100/16,

ISBN 978-5-9483В-115-4, переплет

Как заказать наши книги?

По почте: **125319 Москва, а/я 594**

По тел./факсу: **(495) 956-3346, 234-0110**

E-mail: **knigi@technosphaera.ru; sales@technosphaera.ru**