

ФИКСИРОВАННАЯ ИЛИ ПЛАВАЮЩАЯ ТОЧКА? ТЕПЕРЬ ЭТО НЕ ВОПРОС

Разработчики цифровых систем управления должны по достоинству оценить революционный прорыв в подходе к проектированию приложений. На смену эпохе программирования на ассемблере, скрупулезной оптимизации кодов, работающих в формате с фиксированной точкой, и их поддержке в конечных изделиях пришла новая альтернатива – использование процессоров с плавающей точкой в классе цифровых сигнальных контроллеров, позволяя передовым технологиям в приложениях промышленного управления больше не искать компромисса между производительностью системы и ее ценой.

15 лет назад компания Texas Instruments разработала первый цифровой сигнальный процессор (ЦСП) со встроенной флеш-памятью и набором периферии для задач управления, включая аналого-цифровой преобразователь (АЦП) и модуль широтно-импульсной модуляции (ШИМ). Это было ответом на требования рынка промышленного оборудования, где появилась необходимость в управляющих модулях, совмещающих уровень интеграции микроконтроллеров (МК) и вычислительную производительность ЦСП. Так появился первый цифровой сигнальный контроллер (ЦСК) TMS320F240 семейства C2000™, работающий в формате с фиксированной точкой на частоте 20 МГц. С тех пор семейство существенно расширилось, демонстрируя повышение интеграции (сверхбыстродействующие АЦП, ШИМ высокого разрешения, улучшенные порты подключений) и увеличение производительности (рабочие частоты до 150 МГц), позволяя разработчикам выбирать требуемое конкретным приложением сочетание мощности и цены. О номенклатуре изделий в семействе C2000™ можно узнать на сайте производителя: www.ti.com/C2000.

Разработчики следующего поколения столкнутся с новыми требованиями к вычислительной элементной базе, делающими выбор цифрового управляющего модуля еще более важным для успеха конечного изделия. Сегодня промышленность нацелена на большую дифференциацию приложений, высокую «интеллектуальность» вычислительных систем и широкие возможности обмена информацией. Экономические и социальные условия требуют снижения энергозатрат, повышения надежности, большего динамического диапазона при одновременном снижении цены и сокращении времени выпуска готовых изделий.

Важность вопроса экономии электроэнергии отражается на любом оборудовании от устройств широкого потребления до промышленных установок. На работу двигателя расходуется до двух третей всей электроэнергии промышленного потребления. При этом большинство двигателей могло бы работать более эффективно, если бы использовало переменную скорость вращения. Однако сейчас лишь один из двадцати двигателей включает цепь цифрового управления скоростью вращения. А ведь двигатели с переменной скоростью способны ежегодно экономить энергию, вырабатываемую десятью электростанциями.

После этого становится очевидным, что цифровое управление играет существенную роль в вопросах энергосбережения и сохранения окружающей среды и ее ресурсов.

Другая перспективная сфера использования цифровых систем управления – это альтернативные источники энергии – солнечные батареи и ветряные турбины. Также как и электродвигатели эти виды систем нуждаются в использовании передовых технологий управления.

Таким образом, цифровое управление позволяет решать соответствующие задачи с повышенным качеством в широком диапазоне изменяющихся условий с минимальным расходом электроэнергии.

Проектирование подобных систем обычно начинается с разработки алгоритма управления и моделирования его работы в системе МАТЛАБ. При этом ядро алгоритма реализуется в виде программы на языке Си или Си++ и работает с сигналами в формате с плавающей точкой. До сегодняшнего дня последующая разработка, связанная с переходом от абстрактной математики к конкретной аппаратуре, требовала принятия важного решения. Первый вариант – это использование процессора с плавающей точкой, так сказать, «большого цифрового мозга», с ограниченной интеграцией периферии, требующей подключения дополнительного микроконтроллера, управления им и использования внешних периферийных модулей. Данное решение подходит для ряда передовых устройств, выпускаемых в ограниченном количестве когда стоимость системы не является решающим фактором.

В большинстве же случаев приходится использовать второй вариант. Требование снижения цены конечного оборудования заставляет адаптировать программу к реализации на 16-разрядных или 32-разрядных процессорах с фиксированной точкой, которые и используются в большинстве систем. Этот процесс адаптации алгоритма, рассчитанного на формат с плавающей точкой под архитектуру устройства, работающего в формате с фиксированной точкой, является достаточно сложным и требует от разработчика определенных знаний и усилий. На доработку программных кодов уходят многие дни и недели. Кроме того, программа, разработанная для процессора с фиксированной точкой, оказывается плохо соотносима с исходным алгоритмом. В результате отладка, исследования, последующая модернизация и даже документирование таких программных проектов оказываются весьма неудобными.

Теперь, однако, разработчики могут выбрать другой подход, не требующий от них идти на какие-либо компромиссы. В семействе цифровых сигнальных контроллеров C2000™ компании Texas Instruments появилась новая линейка процессоров TMS320F283x, работающих в формате с плавающей точкой, обеспечивая повышенную производительность и упрощение процесса разработки программного обеспечения для цифровых систем управления. Кроме того, использование арифметики с плавающей точкой позволяет сокращать вычислительные затраты и экономить память, а также реализовывать более сложные алгоритмы, более эффективные с позиции функциональности и экономичности.

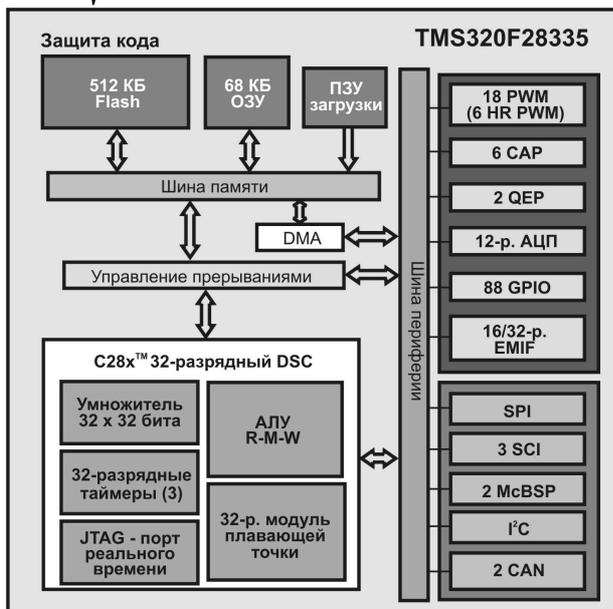


Рис. 1. Архитектура процессоров TMS320C283x

На рис. 1 проиллюстрирована архитектура процессоров TMS320C283x. 32-разрядное ядро цифрового сигнального контроллера (DSC) включает арифметико-логическое устройство (АЛУ), организованное по принципу «чтение-модификация-запись» (R-M-W), умножитель 32 на 32 бита и сопроцессор вычислений в формате с плавающей точкой, а также таймеры общего назначения и внутрисхемный эмулятор JTAG. Процессор включает загрузочное ПЗУ, 512 КБ ПЗУ Flash и 68 КБ ОЗУ на кристалле. Обращает на себя внимание развитая периферия устройства: блоки широтно-импульсной модуляции (PWM), в том числе с повышенной разрешающей способностью (HR PWM); модули захвата событий (CAP); модуль квадратурного кодирования для работы с датчиками перемещения (QEP); 12-разрядный АЦП (ADC); ввод-вывод общего назначения (GPIO); интерфейс внешней памяти (EMIF); последовательный интерфейс SPI; последовательный связной интерфейс (SCI – аналог UART); многоканальные буферизированные последовательные порты (McBSP); межсхемный интерфейс I²C; асинхронный последовательный связной интерфейс CAN.

Процессоры TMS320F283x предоставляют уникальную возможность наравне с плавающей точкой использовать и формат с фиксированной точкой. Это позволяет в пределах одного программного кода обеспечить одновременно и широкий динамический диапазон, и для некоторых наиболее важных переменных высокую точность представления чисел, характерную для формата с фиксированной точкой. Кроме того, разработчик может создавать один единственный исходный код с использованием библиотеки IQMath™ (www.ti.com/C2000sigproclib) и затем на этапе компиляции задавать режим фиксированной или плавающей точки. Это оказывается очень удобно, так как дает возможность повторно использовать ранее созданные программы и легко переходить от одних представителей семейства C2000™ к другим.

Использование цифровых сигнальных контроллеров с плавающей точкой существенно ускоряет выпуск готовых изделий, позволяя быстро создавать прототип программного проекта, использовать средства автоматической генерации машинных кодов, легко повторять переход от конечной аппаратной платформы назад в среду моделирования и вновь

возвращаться к конечным изделиям, отлаживая, оптимизируя или модернизируя программный продукт.

Выпуск серии процессоров с плавающей точкой TMS320F283x начинается с трех первых моделей, отличающихся объемом внутрикристалльной памяти и составом периферийных узлов.

Одновременно с процессорами TMS320F283x компания Texas Instruments предлагает линейку процессоров с фиксированной точкой TMS320F282x, которые полностью совместимы с F283x по кодам и разъемам. Это позволяет вести быструю разработку программного обеспечения, использующего формат с плавающей точкой, а затем перекомпилировать тот же исходный код для работы с фиксированной точкой. Дополнительная информация может быть найдена на сайте www.ti.com/f2823x.

Чтобы быстро ознакомиться с новой технологией, компания Texas Instruments предлагает приобрести стартовый набор F28335 eZdsp по относительно невысокой цене. Этот набор предоставляет полный ряд инструментальных средств, включая плату конечного изделия с выведенной и доступной для подключения периферией, порт JTAG, обеспечивающий связь платы с персональным компьютером и предоставляющий возможности обмена данными с работающим устройством в реальном масштабе времени, интегрированную среду разработки и отладки программного обеспечения Code Composer Studio. Стартовый набор F28335 eZdsp предлагают все официальные дистрибьюторы компании Texas Instruments. Также его можно заказать через электронный магазин (eStore) компании. Набор включен в Университетскую программу компании Texas Instruments и может быть приобретен образовательными учреждениями на льготных условиях. О механизмах реализации Университетской программы TI мы рассказывали на страницах предыдущих выпусков журнала «Цифровая обработка сигналов» (№4 за 2007 год, стр. 54 и №1 за 2008 год, стр. 68). Данная информация размещается также на страницах сайта журнала в разделе «ЦОС в университетах»: <http://www.dsps.ru/cosvuz>. Примеры программного обеспечения для платы F28335 eZdsp могут быть бесплатно загружены из сети Интернет: <http://www.ti.com/c2000getstarted>. В качестве поддержки разработчика компания TI предлагает обучающие видеоролики, свободно доступные по адресу: <http://www.ti.com/lit/mp4/sprc540>. Можно заказать или скачать руководство по освоению платформы C2000 и процессоров C283x «Getting Started with DSP» («Начиная работать с ЦСП»), комплектующее бесплатной демоверсией среды Code Composer Studio, работать с которой можно в течение 120 дней (<http://www.ti.com/freetools>).

Итак, разработчикам цифровых систем управления предоставлена возможность коренным образом изменить традиционные подходы к проектированию новых устройств. С появлением сигнальных контроллеров с плавающей точкой TMS320F2833x необходимость в скрупулезной отладке и оптимизации программных кодов, поддерживающих формат с фиксированной точкой, исчезает. Теперь разработчики смогут по достоинству оценить все удобство и эффективность современных способов разработки приложений, ключевым из которых, является автоматическая генерация кодов программ.

Материалы статьи предоставлены менеджером в странах Европы и Северной Африки Университетской программы компании Texas Instruments Inc. Робертом Оуэном.