

# Встроенные средства разработки, которые всегда с вами: инструмент разработчика eZ430

Вольфганг ЛЮТШ

**Изменения, происходящие на рынке товаров промышленного назначения, требуют решительного перехода к новой среде разработки для систем проектирования микроконтроллеров. Инструмент разработчика eZ430 представляет собой миниатюрную комплексную систему разработки приложений на микроконтроллерах.**

Недавно компанией Texas Instruments был выпущен самый компактный в мире комплексный инструмент разработчика eZ430-F2013 Development Tool.

Название инструмента расшифровывается следующим образом: eZ означает *easy* (легкий, удобный — *англ.*); цифры 430 говорят об области применения (для микроконтроллеров MSP430 со сверхнизким потреблением энергии); обозначение F2013 идентифицирует один из самых миниатюрных микроконтроллеров семейства MSP430; наконец, *Development Tool* означает «инструмент разработки». В комплект eZ430 входит компакт-диск, небольшое устройство, похожее на Flash-диск с интерфейсом USB, а также «Краткое руководство пользователя», в котором описано, как за 5 шагов установить прилагаемое программное и аппаратное обеспечение.

## Несколько фактов из истории эмуляторов...

За последнее десятилетие концепция эмуляторов сильно изменилась, что позволило сделать процесс разработки встроенных си-

стем и проще, и дешевле. Первоначально было распространено применение внутрисхемного эмулятора, который воспроизводил функцию целевого процессора в отдельном модуле.

ICE используется для эмуляции требуемых функций в специализированных интегральных схемах (ASIC) и в перепрограммируемых логических интегральных схемах (FPGA).

Кабель соединяет ICE с гнездом на плате отлаживаемого устройства. Другой кабель соединяет ICE с персональным компьютером, обеспечивающим связь с эмулируемым устройством и управление им.

Кроме того, для ICE требуется отдельный источник питания.

Проблема заключается в том, что внутрисхемный эмулятор никогда в точности не эмулирует целевое устройство, и поэтому функционирование реального устройства может отличаться от поведения его модели. Миниатюризация устройств приводит к тому, что кабель ICE оказывается невозможно вставить в целевое устройство. Кроме того, у высокопроизводительных аналоговых периферийных устройств возникает проблема

безошибочной передачи сигнала по длинному внешнему кабелю.

Размещение специализированной логики на целевом устройстве и применение Flash-памяти привели к появлению концепции встроенной эмуляции. Благодаря встроенной эмуляции программный код разрабатывается в рамках приложения и внутри системы. Таким образом, конструкция прикладной системы не меняется при переходе от разработки к производству. Программные коды исполняются на полной рабочей скорости целевого устройства. Благодаря применению специальных сигналов для доступа к целевому устройству процесс разработки упрощается и не занимает какие-либо обычные ресурсы целевого устройства. Встроенная эмуляция используется во всех чипах MSP430.

То устройство в комплекте eZ430-F2013, которое выглядит как Flash-диск с интерфейсом USB, представляет собой все аппаратные ресурсы данного средства разработки, которые начинающему пользователю помогут за несколько минут оценить характеристики устройства из семейства MSP430, а профессиональному разработчику предоставят необходимые ресурсы для выполнения целого проекта на семействе MSP430F20xx.

## Концепция аппаратных средств eZ430-F2013

Если открыть корпус с разъемом USB (это делается при помощи плоской отвертки), то можно получить представление о техническом устройстве данного инструмента разработчика. В корпусе eZ430-F2013 (рис. 1) заключены две миниатюрные печатные платы: плата эмулятора eZ430U и съемная целевая плата eZ430D, подключенная при помощи 4-контактного разъема. В состав платы эмулятора eZ430U входит разъем USB и цепи, необходимые для поддержки интерфейса с про-

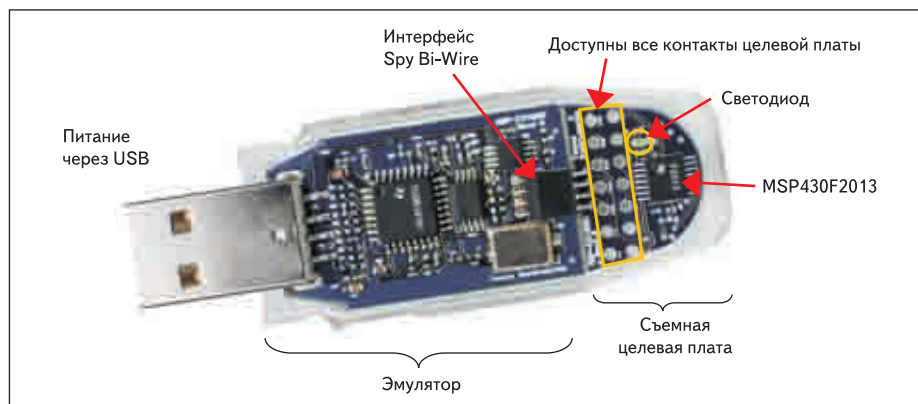


Рис. 1. Концепция аппаратных средств eZ430-F2013

граммным обеспечением интегрированной среды разработки (Integrated Development Environment, IDE), а также порт USB к целевому устройству MSP430. TUSB3410 используется для интерфейса USB. TPS77301 обеспечивает стабилизацию напряжения 3,6 В, а ЭСППЗУ применяется в качестве энергонезависимого носителя информации протокола USB. Дополнительно на нижней стороне платы для eZ430U установлен процессор MSP430F1612, предназначенный для ускорения взаимодействия с целевой платой. eZ430U подает стабилизированное напряжение 3,6 В на целевую плату eZ430D.

В состав целевой платы eZ430D входит процессор MSP430F2013, резистор установки сигнала Reset и разделительный конденсатор. Дополнительно предусмотрен светодиод для непосредственной обратной связи при разработке кода и отладке. Все 14 контактов MSP430F2013 выведены на дополнительные контактные площадки печатной платы со сквозными отверстиями и могут взаимодействовать с внешними сигналами для данного приложения или с другими устройствами. Эмулятор eZ430U и целевая плата eZ430D соединяются через интерфейс Spy-Bi-Wire всего двумя сигнальными линиями SBWTCK (TEST) и SBWTDIO (RESET), а также линией 3,6 В Vcc и общей линией заземления.

Впрочем, существует также возможность подключить эмулятор eZ430U к любому из других устройств MSP430F20xx или к приложению на базе MSP430F20xx, используя новый интерфейс Spy-Bi-Wire.

### Несколько слов о Spy-Bi-Wire

В целях сокращения числа выводов разработчики оснастили новые устройства MSP430F20xx двухпроводным интерфейсом Spy-Bi-Wire, который предназначен для отладки и программирования и обеспечивает полноценную внутрисистемную эмуляцию с использованием всего лишь двух сигнальных выводов, не применяемых при обычной работе: TEST и RESET (SBWTCK и SBWTDIO).

Сигналы интерфейса Spy-Bi-Wire декодируются в соответствии со стандартом JTAG MSP430F20xx. Эмуляция внутри приложения берегает время, поскольку разработка осуществляется в точности при тех же электрических характеристиках, какие имеют место в конечном приложении, и не является обременительной в ситуациях, связанных с переносом. Эмуляция, которую обеспечивает интерфейс Spy-Bi-Wire устройств MSP430F20xx, полностью совместима с аппаратными средствами компании TI на базе USB и программно совместима со всеми доступными интегрированными средами разработки (IDE) сторонних поставщиков инструментальных средств.

Комплексная внутрисистемная разработка, включающая программирование и отладку на уровне ассемблера или исходных текстов на языке Си, пошаговое выполнение,

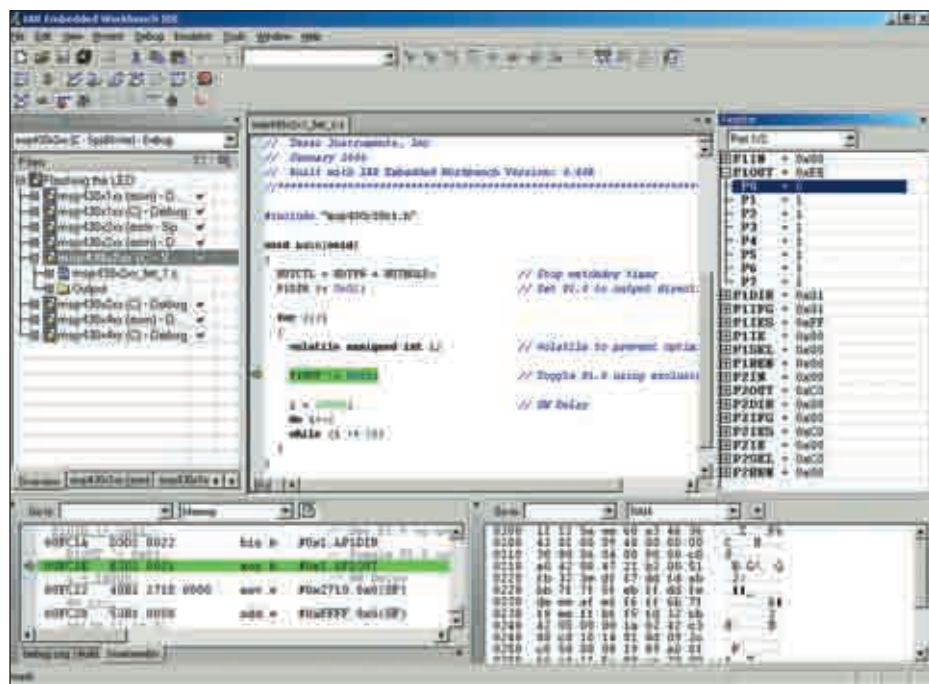


Рис. 2. Прямой доступ к регистрам периферийных аппаратных средств

множество аппаратно устанавливаемых контрольных точек, выполнение на полной рабочей скорости и доступ к периферийным устройствам — все это в полной мере поддерживается внутри системы с использованием интерфейса Spy-Bi-Wire.

### Программное обеспечение IDE и многое другое

Чтобы воспользоваться всеми описанными выше аппаратными возможностями, необходима соответствующая интегрированная среда разработки (IDE). На входящем в комплект поставки компакт-диске с инструментальными средствами для MSP430 предусмотрено программное обеспечение IDE — IAR Kickstart Embedded Workbench for MSP430, а также ряд демонстрационных и обучающих проектов. Последние обновления IAR Kickstart и сотни примеров программного кода, а также другую техническую поддержку можно получить бесплатно на веб-сайте компании TI. Для eZ430 используется та же интегрированная среда разработки IAR, что и для всех остальных устройств MSP430, так что ничего нового изучать не потребуется. Впрочем, интегрированная среда IAR, как и многие другие интегрированные среды разработки для MSP430 от сторонних поставщиков, использует предоставленную компанией TI общую программную библиотеку для доступа к аппаратным средствам TI (рис. 2). Таким образом, если вы уже хорошо знакомы с какой-либо другой интегрированной средой разработки, то просто попробуйте последнюю версию вашего ПО, и вы будете удивлены, насколько хорошо оно может работать с eZ430-F2013. Интегрированная сре-

да разработки IAR поставляется в комплекте с компилятором C, C++ и ассемблером. В отличие от любительских вариантов, эта среда разработки поставляется с отладчиком и внутрисхемным эмулятором; она позволяет за один шаг перенести программу в реальную микросхему и просматривать регистры этой микросхемы. Например, можно переключить вручную состояние светодиода на целевой плате eZ430D, напрямую обращаясь к настройкам регистра GPIO в окне отладчика.

Становится несущественным даже упоминание об одном реальном ограничении программного обеспечения IAR Kickstart. Компилятор C/C++ может генерировать не более 4 кбайт программного кода. Это не повод для огорчения, поскольку входящая в комплект поставки целевая плата MSP430F2013 имеет только 2 кбайт Flash-памяти.

### Особенности MSP430F2013

Устройства MSP430F20xx с малым числом выводов имеют архитектуру F2xx, которая обеспечивает потребление тока 200 мкА/MIPS в активном режиме, а в режиме ожидания с поддержкой самостоятельного переключения в активный режим — значительно ниже 1 мкА.

Гибкая система синхронизации позволяет работать на частотах до 16 МГц, исключив внешние компоненты и используя усовершенствованный генератор тактирования с цифровым управлением (DCO), который полностью программируется и обладает стабильными характеристиками при изменении температуры и напряжения. Способность переключаться из режима ожидания в полностью синхронизированный активный режим

с производительностью 16 MIPS за время менее одной микросекунды позволяет программировать прерывания, управляемые событиями, что увеличивает время пребывания в энергосберегающих режимах и позволяет применять батареи меньшего размера и стоимости.

Очень малая площадь MSP430F20xx (4×4 мм в корпусе QFN) в сочетании с потреблением тока менее 1 мкА в режиме ожидания является преимуществом в приложениях с ограниченным пространством, например, в датчиках возгорания и движения. В настоящее время могут быть разработаны изделия с постоянной герметизацией батарей и сроком службы более 10 лет. Можно исключить необходимость заменять батареи, если изделие предназначается для одноразового использования.

Совместимые по выводам устройства серии F20xx работают при напряжении питания 1,8–3,6 В и имеют 100%-ную совместимость программных кодов со всеми остальными устройствами MSP430, позволяя разработчикам выигрывать за счет применения единственной платформы микроконтроллера как в самых простых, так и в самых сложных приложениях.

В состав F20x1 входит аналоговый компаратор, F20x2 включает в себя 10-битный АЦП с быстродействием 200 киловыборок в секунду, а F20x3 содержит прецизионный 16-битный сигма-дельта АЦП. Во всех устройствах предусмотрена внутрисистемная программируемая Flash-память для большей универсальности конструкции, возможность обновлений в полевых усло-

виях, а также исключены внешние модули ЭСППЗУ.

Для дальнейшего снижения стоимости системы все 10 выводов GPIO содержат программируемые резисторы установки рабочей точки и утечки, позволяющие исключить внешние компоненты. Функция сброса при пониженном питающем напряжении и усовершенствованный сторожевой таймер повышают надежность. Все средства обеспечения отказоустойчивости устройств семейства MSP430F2xx доступны во всех режимах работы без повышения потребления энергии. MSP430F20x2 и MSP430F20x3 содержат универсальный последовательный интерфейс (USI), который можно сконфигурировать как I<sup>2</sup>C или SPI для работы в режиме ведущего (master) или ведомого (slave) устройства. ■