

Тестирование встраиваемых систем: разработка тестового ПО или JTAG Functional Test?

Алексей Иванов (alexey@jtag.com), **Мик Остин** (mick@jtag.com)

В статье рассказывается о преимуществах интеграции технологии JTAG Functional Test, которую можно использовать в качестве замены встраиваемому ПО для тестирования. Приведён пример крупной финской инженеринговой компании Etteplan, внедрившей новую технологию тестирования.

Тестирование встраиваемой системы, представляющей из себя комбинацию аппаратной части и программного обеспечения, всегда предполагало разработку определённого встраиваемого ПО. При этом специальная версия ПО должна быть предварительно загружена в устройство до проведения тестирования. На создание этой части программы нередко тратятся

значительные трудовые и временные ресурсы. Исправление недочётов и добавление новых возможностей к уже созданному тестовому ПО может осуществить в большинстве организаций только один человек – программист, который делал начальную работу.

В крупной финской инженеринговой компании Etteplan, присутствующей во многих странах Европы и Азии,

внедрили новую технологию тестирования, после чего создание дополнительных тестовых версий аппаратного ПО стало ненужным. Технология, базирующаяся на совместном применении средств JTAG Functional Test (JFT) от JTAG Technologies и LabVIEW от National Instruments, используется в компании уже более двух лет. Однако с тестированием может справиться и первый компонент самостоятельно: JFT работает автономно с помощью Python и будучи интегрированным в LabVIEW, CVI, .NET и VB. В Etteplan инженеры привыкли работать с LabVIEW, поэтому, освоив версию на Python, сразу перешли на JFT для LabVIEW.

Периферийное сканирование собранных цифровых плат с помощью JTAG – это довольно распространённый в мире метод электроконтроля. Это и отдельная функция цифровых микросхем, используемых в качестве управляющих устройств, таких как процессоры, ПЛИС и микроконтроллеры. Вся остальная так называемая периферия обычно подключена своими вводами/выводами к центральным микросхемам. С помощью архитектуры периферийного сканирования по стандарту IEEE 1149.1 на выводах микросхемы, поддерживающей его, можно выставлять необходимые тестовые паттерны в параллельном режиме. Тестовые паттерны пойдут на такие кластеры, как память, датчики, интерфейсные устройства или другие микросхемы с периферийным сканированием. Отклики также можно считать и сравнивать с таблицами ожидания. С JFT этот процесс становится более гибким: инженер может выбирать отдельные выводы микросхем и симулировать на них протоколы с помощью конструкций на языках программирования, а также на базе уже готовых функций. Если дополнительно с JFT использовать программный инструмент CoreCommander, то, помимо управления регистром периферийного сканирования, пользователь получит доступ ко внутренним регистрам процессорного ядра, управляя, например, встроенными АЦП, ЦАП, PHY или UART.

```

1 from jft import *
2 from I2C import *
3
4 Declare_I2C_Pins("U12.E21", "U12.F22") #I2C.py function. Declares SCL and SDA nets
5 Set_I2C_Address("1001000") #Set the I2C address. Datasheet for TCN75A shows address is 0x48
6 WRITE("00000000") #Access Register 0x00 (Ambient temperature register)
7 Ambient_Temp_Reg_Byte1 = READ()
8 Ambient_Temp_Reg_Byte2 = READ()
9 print("Ambient temp register upper half = ", Ambient_Temp_Reg_Byte1) # Print the content
10 print("Ambient temp register lower half = ", Ambient_Temp_Reg_Byte2) # Print the content
11
12 Temp = ( Ambient_Temp_Reg_Byte1 & 0x7F) + (0.5 * ( Ambient_Temp_Reg_Byte2 >> 7))
13
14 print("Temperature is", Temp, "degrees")
15
16 if (Temp < 10 or Temp >= 29):
17     print("Temperature out of range! You should stop work and go home immediately!")
18     exit(1)
    
```

Рис. 1. Пример программы для тестирования микросхемы температурного датчика в программе JTAG Functional Test на базе Python

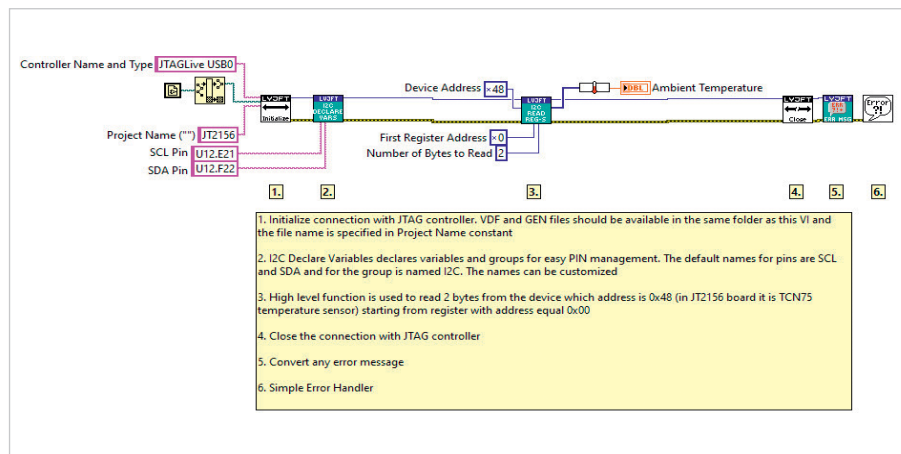


Рис. 2. Пример программы для тестирования температурного датчика в JFT / LabVIEW

Изначально программа JFT была разработана компанией JTAG Technologies [1] с возможностью создавать тесты на Python. Буквально сразу после релиза появилась и версия для работы в LabVIEW. Так как специалисты Etteplan всегда работали с LabVIEW, эта возможность сразу же привлекла внимание инженеров.

В статье [2], размещённой на сайте компании Etteplan, инженер по тестированию Янне Кари рассказывает о том, что с JFT он может устанавливать значения на выводах процессоров, а также управлять их внутренними регистрами напрямую из LabVIEW. Возможна и симуляция интерфейсов, таких как SPI или I²C, для управления периферией или сопутствующими подсистемами. Например, можно написать скрипт, который считывает данные с АЦП или пишет их в ЦАП. Отметим, что происходит это без программирования какого-либо встроенного ПО в устройстве. Более того, большинство задач по управлению периферией решается именно с использованием регистра периферийного сканирования. Технически – это сдвиг тестовых

паттернов по последовательному интерфейсу JTAG. В отдельных случаях, когда приходится работать с микросхемами без поддержки периферийного сканирования или требуется высокая скорость, в дополнение к JFT задействуется средство доступа к ядрам процессоров CoreCommander.

На рисунке 1 приведён пример программы в JFT/Python для тестирования микросхемы температурного датчика (измерения температуры), подключённого к микросхеме с поддержкой периферийного сканирования. На рисунке 2 – тестирование того же датчика, только в JFT/LabVIEW. Результат выполнения программы в LabVIEW показан на рисунке 3.

Ещё одно преимущество JFT/LabVIEW, по словам инженера Etteplan, – это универсальность интерфейса пользователя. Любая функция для управления компонентом периферии выглядит одинаково вне зависимости от процессора или микроконтроллера. В традиционных тестовых программах применяются команды, которые очень зависят от производителя процессора или исполнения встроенного ПО.

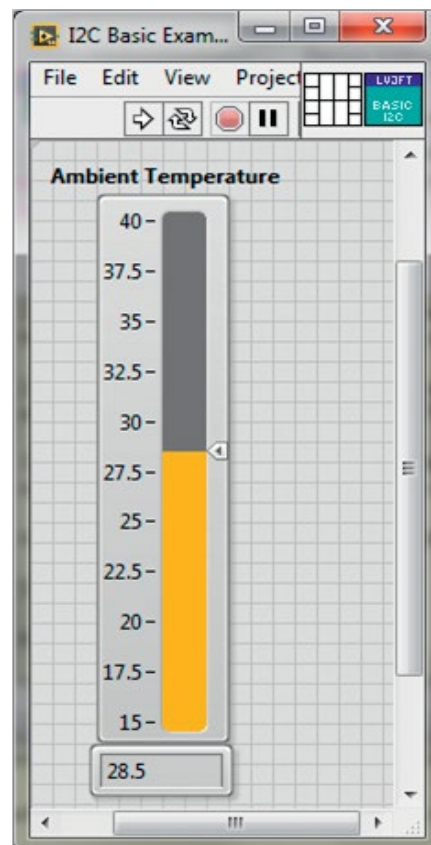


Рис. 3. Результат выполнения программы для тестирования в LabVIEW

РАЗРАБОТКА
Получайте полностью работоспособные опытные образцы

ПРОИЗВОДСТВО
Сделайте производственную линию совершенной с технологиями JTAG

СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ
Ремонтируйте цифровые платы даже при отсутствии САД-данных на них

www.jtag.com • www.jtaglive.com • +7 812 602 09 15 • russia@jtag.com

Как следствие, ранее созданные тестовые модули в JFT/LabVIEW могут впоследствии использоваться для новых проектов с намного большей вероятностью.

На видео, размещённом на сайте компании, видно, как с помощью кода в LabVIEW на подключённом к плате ноутбуке инженер зажигает светодиод на объекте тестирования. При этом не задействовано ни одного байта встроенного кода.

Использование JFT/LabVIEW значительно сократило затраты трудо-

вых ресурсов в компании Etteplan, а также чрезвычайно ускорило завершение проектов. К тому же создание тестов с использованием данной технологии оказалось намного проще, чем программирование встроенного кода. Ошибок во время разработки стало меньше, а если они и появляются, то их значительно легче исправить.

В качестве постскрипта авторы статьи отмечают, что обучение инженеров Etteplan по работе в JFT, JTAG ProVision и CoreCommander проводил инженер российского офиса JTAG Technologies –

Гиви Чхугиашвили. Специально для статьи авторы связались с Янне Кари, который в разговоре отметил высокий профессиональный уровень получаемых при обучении знаний.

Литература

1. Официальный сайт компании JTAG Technologies. URL: <https://www.jtag.com/ru/>.
2. JFT – Functional electronics testing without a single line of code. URL: <https://www.etteplan.com/references/jft-functional-electronics-testing-without-single-line-code>.



НОВОСТИ МИРА

Минпромторг СОБИРАЕТСЯ ЗАПРЕТИТЬ ГОСЗАКУПКИ ЗАРУБЕЖНОЙ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

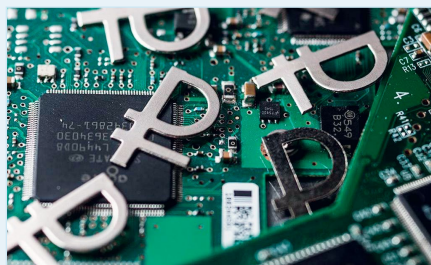
Минпромторг России предложил ввести запрет на госзакупки импортной радиоэлектронной продукции. Ведомство подготовило проект постановления Правительства – документ под названием «Об установлении запрета на допуск радиоэлектронной продукции, происходящей из иностранных государств, для целей осуществления закупок для государственных и муниципальных нужд» с номером 01/01/05-20/00102045 опубликован на портале проектов нормативных правовых актов 18 мая 2020 г.

В проекте постановления говорится об установке запрета «на допуск радиоэлектронной продукции, происходящей из иностранных государств (за исключением государств-членов Евразийского экономического союза), для целей осуществления закупок для государственных и муниципальных нужд по перечню согласно приложению».

Стоит отметить, что действующее на момент публикации материала российское законодательство не предусматривает прямой запрет на госзакупки иностранной радиоэлектронной продукции. В нём присутствовали лишь преференции до 30% для российской радиоэлектроники, установленные Минпромторгом летом 2019 г.

В новом проекте Минпромторга приведён перечень радиоэлектронной продукции, подпадающей под новые ограничения. В него входят батареи и аккумуляторы, электродвигатели, компьютерное, электронное и оптическое оборудование, а также осветительное оборудование, волоконно-оптические кабели, электромагнитные контакторы и пускатели, контрольно-измерительная аппаратура и т.д. Список состоит в общей сложности из 13 пунктов, в большинстве из которых перечислено несколько видов продукции.

В пояснительной записке к проекту постановления сказано, что госзакупка иностранной радиоэлектронной продукции будет разрешена в том случае, если в России не ведётся производство аналогичных товаров. В документе также описан алгоритм проведения закупок иностранной продукции по принципу «второй лишней» – он подразумевает отклонение всех иностранных заявок на поставку в том случае, если имеется как минимум одна российская заявка, условия которой соответствуют требованиям, установленным заказчиком.



Первый вариант проекта по сокращению закупок иностранной радиоэлектроники Минпромторг подготовил в начале февраля 2020 г. Документ был направлен на согласование в Правительство России. Согласно подготовленному Минпромторгом документу, правительство должно было устанавливать квоты на закупки отечественной продукции для каждой госкомпании, цитирует документ РБК. Приобретение иностранных товаров допускалось только в случае отсутствия российских заявок после двух попыток закупки. В Минфине первый проект Минпромторга не поддержали, а Минэкономразвития обратилось с запросом дополнительных данных.

Подготовке двух проектов Минпромторга предшествовало начало работ по созданию особого российского реестра радиоэлектронного оборудования. В середине января 2019 г. Правительство поручило Мин-

промторгу, Минэкономразвития, Минкомсвязи, ФАС и другим профильным ведомствам разработку проекта правового акта о создании Единого реестра радиоэлектронного оборудования российского происхождения.

В июле 2019 г. Правительство утвердило финальные сроки начала работы реестра российского радиоэлектронного оборудования – его предполагалось запустить до конца 2019 г.

Реестр отечественной радиоэлектроники создавался с целью ограничения госзакупок иностранной радиоэлектронной продукции и стимулирования развития производства российского телекоммуникационного оборудования. Развитие производства российской радиоэлектроники входит в спектр задач федерального проекта «Информационная инфраструктура». Данный проект – часть национальной программы «Цифровая экономика».

Изначально предполагалось, что новый реестр станет частью действующего реестра телекоммуникационного оборудования российского происхождения (ТОРП), который на основании постановления Правительства № 858-р от 2010 г. находится в ведении Минпромторга. По состоянию на начало 2019 г. в ТОРП числилось свыше 400 российских аналогов импортного телекоммуникационного оборудования.

Стоит отметить, что схожий запрет распространяется в России и на госзакупки иностранного программного обеспечения. Он напрямую связан с реестром российского ПО, создание которого было утверждено Президентом России Владимиром Путиным в июне 2015 г. В ноябре 2015 г. было подписано постановление о вводе ограничения для госзаказчиков на закупку ПО, отсутствующее в реестре, а сам реестр начал работу в I квартале 2016 г. Его развитием занимается Минкомсвязи.

CNews