

Использование RISC-V для упрощения регистрации данных в космосе

Д. Джонсон¹

УДК 004.3:621.3 | ВАК 05.27.01

Спрос на низкоорбитальные искусственные спутники Земли во всем мире растет беспрецедентными темпами, что обусловлено разнообразными потребностями, такими как более высокоскоростной и дешевый доступ в Интернет и более высокая периодичность съемки с лучшим разрешением. Оборудование в составе полезной нагрузки спутника, осуществляющее связь или формирование изображений, становится все более сложным и функциональным и требует сбора растущих объемов телеметрических данных для обеспечения безопасной и надежной работы спутника. Это достигается за счет использования ряда больших, энергоемких и выделяющих тепло печатных плат, которые содержат множество дискретных компонентов для мониторинга состояния полезной нагрузки. Количество компонентов на этих платах ввода-вывода, а также их площадь и потребляемая ими мощность могут быть значительно уменьшены за счет использования последних достижений в радиационно-стойких интегральных схемах (ИС) смешанных сигналов в сочетании с новой открытой архитектурой набора команд (Instruction Set Architecture, ISA) для вычислений с сокращенным набором команд, называемой RISC-V.

КЛЮЧЕВЫЕ ФУНКЦИИ ТЕЛЕМЕТРИИ

Телеметрия позволяет осуществлять мониторинг состояния, обнаружение и устранение неисправностей с наземной спутниковой станции, но также дает возможность автономно управлять потребляемой мощностью и тепловыделением приборов, входящих в состав полезной нагрузки, что может быть необходимо для предотвращения перегрузки и продления срока службы спутника.

Сегодня данные телеметрии собираются большими печатными платами, обычно называемыми платами ввода-вывода, заполненными дискретными компонентами, такими как аналоговые мультиплексоры, аналого-цифровые преобразователи, источники опорного напряжения. Эти компоненты собирают данные об уровнях напряжения, потребляемом токе, температуре, механической деформации, давлении и напряженности магнитного поля, которые необходимы для мониторинга состояния полезной нагрузки. Такие платы ввода-вывода обычно очень большие, они занимают от 12 до 18 квадратных дюймов драгоценного пространства внутри каждой единицы оборудования, входящего в состав полезной нагрузки. Сложные устройства, такие как системы обработки сигналов для приложений формирования изображений или радаров,

часто устанавливаются на шасси и могут потребовать нескольких плат ввода-вывода для целей телеметрии. Эти платы «сжигают» электроэнергию и выделяют тепло, а также значительно увеличивают стоимость оборудования.

СОКРАЩЕНИЕ РАЗМЕРОВ, СТОИМОСТИ И МОЩНОСТИ

Последние достижения в технологии радиационно-стойких ИС смешанных сигналов привели к более высокому уровню интеграции, что дает возможность минимизировать количество компонентов и уменьшить площадь, занимаемую платами ввода-вывода. Такие устройства, как мультиплексоры, усилители, фильтры, АЦП и ЦАП, которые ранее реализовывались с помощью дискретных компонентов, теперь могут находиться в одной ИС. Это позволяет считывать и обрабатывать данные с датчиков, отслеживающих ключевые параметры спутников, используя значительно меньшее пространство на борту. Такая интеграция имеет дополнительное преимущество для производителей спутников, заключающееся в повышенной надежности за счет меньшего количества компонентов, а также сокращает время и затраты, необходимые для отбора, тестирования и сертификации этих многочисленных компонентов, поскольку теперь все это выполняется для одной ИС. Контроллер телеметрии LX7730 компании Microsemi (рис. 1) является примером такого усовершенствования. Он объединяет ряд функций в компактном 132-выводном

¹ Microsemi Corp. (дочерняя компания, находящаяся в полной ответственности Microchip Technology Inc.), менеджер по маркетингу линейки высоконадежных продуктов.



Доступные предварительно сконфигурированные решения для обеспечения безопасности

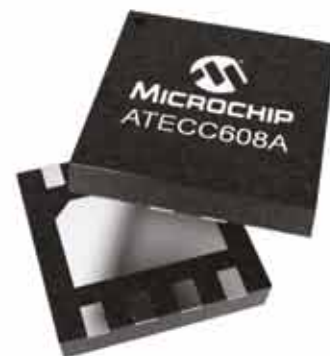
Платформа Trust Platform для семейства CryptoAuthentication™



Платформа Trust Platform для семейства CryptoAuthentication позволяет интегрировать хранилище аппаратных ключей безопасности в предварительно сконфигурированные устройства сетей любого масштаба. Три варианта этой платформы обеспечивают точный выбор модели аутентификации в соответствии с требованиями проектируемой системы: предварительно сконфигурированный модуль Trust&GO имеет базовые сертификаты и ключи; предварительно сконфигурированный модуль TrustFLEX с самыми стандартными сценариями аутентификации предоставляет пользователю предпочтительные полномочия на сертификацию; модуль TrustCUSTOM – полностью настраиваемое решение.

Ключевые особенности:

- Trust&GO – предварительно сконфигурирован
- TrustFLEX – предварительно сконфигурирован на основе стандартных сценариев
- TrustCUSTOM предназначен для кастомизации
- Хранилище ключей отвечает самым строгим требованиям JIL к безопасности



www.microchip.com/TrustPlatform



корпусе и соответствует нормативам классов Q и V QML, то есть пригоден для использования в самых требовательных космических приложениях.

Преимущества вышеописанного подхода можно увидеть в таких приложениях, как лазерный альтиметр Ганимед (Ganymede Laser Altimeter, GALA), один из научных инструментов, тестируемых для использования на борту автоматической межпланетной станции Jupiter Icy Moon Explorer (JUICE) Европейского космического агентства (ESA), запуск которой запланирован на 2022 год. Этот альтиметр будет измерять расстояние от космического корабля до поверхности ледяных спутников Юпитера: Ганимеда, Европы и Калисто, вычисляя время, необходимое лазерному лучу, чтобы достигнуть поверхности, отразиться и вернуться обратно. Поставщик системы лазерного альтиметра HENSOLDT Optronics выбрал контроллер телеметрии LX7730 для обеспечения обработки данных прибора, включая температуру, напряжение и токи источников питания. Несмотря на свои небольшие размеры, устройство LX7730 активно задействовано в нескольких системах управления с обратной связью, необходимых для точной работы лазера с низким уровнем электромагнитных помех (EMI). Регулярные процедуры калибровки сокращают дрейфы, зависящие от температуры и срока службы, и обеспечивают требуемую точность получаемых оцифрованных значений.

Дополнительные преимущества рассматриваемой системной архитектуры доступны за счет использования RISC-V ISA, открывшей возможность недорогой и чрезвычайно гибкой обработки, что позволяет выполнять регистрацию данных, мониторинг состояния прибора и регулирование нагрузки автономно, разгружая центральную компьютерную систему спутника. RISC-V – это открытая ISA, набор команд которой «заморожен», что дает несколько ключевых преимуществ. Поскольку набор команд «заморожен», любое программное обеспечение, написанное для ядра RISC-V, будет работать «вечно» на любом устройстве, где оно используется. Это идеально подходит для космических приложений, где кодовая база может многократно использоваться во многих различных программах на протяжении десятилетий.

Кроме того, открытая ISA позволяет поставщикам создавать soft-процессоры, адаптированные к конкретным требованиям клиентов. Процессоры RISC-V уже интегрированы в радиационно-стойкие FPGA для космических приложений. FPGA, сконфигурированная для реализации процессора RISC-V, может использоваться в каждой полезной нагрузке для целей обработки телеметрии: во-первых, для считывания данных телеметрии из ИС смешанных сигналов, предназначенной для их сбора; во-вторых, для выполнения обработки и принятия решений с использованием данных из устройства смешанных сигналов; в-третьих, для передачи информации о техническом состоянии на центральный компьютер спутника с использованием соответствующих

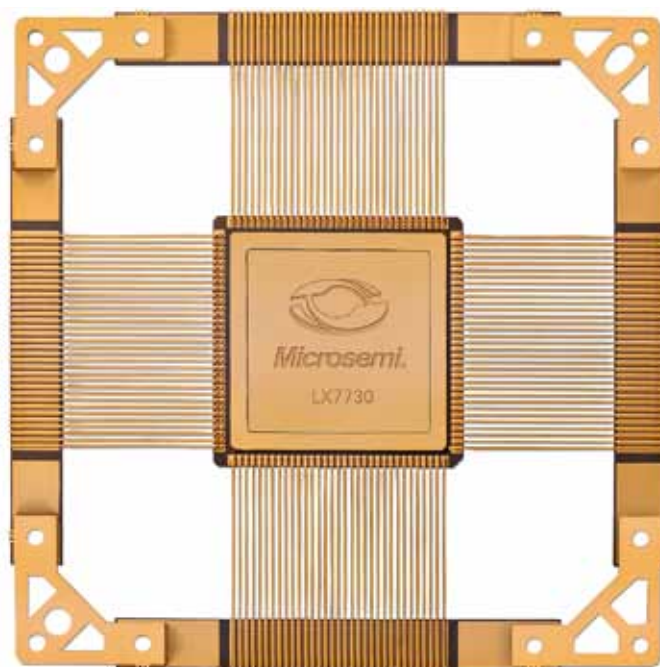


Рис. 1. Радиационно-стойкий контроллер телеметрии LX7730 компании Microsemi

протоколов. FPGA обычно применяются для реализации стандартных шин управления космическими аппаратами, таких как Mil-Std-1553, SpaceWire и CAN, а также нестандартных проприетарных шинных протоколов.

Полная система сбора данных телеметрии может быть реализована с использованием высокоинтегрированной ИС и ПЛИС, в состав которой входит процессор RISC-V. Такая система может быть показана на примере демонстрационной платформы компании Microsemi, в которой используется фирменная FPGA RTG4 с RISC-V, подключенная через SPI к контроллеру телеметрии LX7730. Микросхема контроллера используется для сбора данных от небольшой сети подключенных к ней датчиков и отображает измеренные значения на экране ноутбука через графический интерфейс пользователя. FPGA отправляет команды через SPI в ИС, которая возвращает в FPGA данные АЦП. В конечном итоге FPGA применяет необходимое масштабирование к выходным данным АЦП и отправляет масштабированные данные в графический интерфейс пользователя через UART.

Новейшие решения для сбора телеметрии значительно упрощают задачи регистрации данных и освобождают основной процессор для других задач. В то же время высокий уровень интеграции функциональных элементов, обеспечивающих обработку смешанных сигналов, резко снижает общий размер и вес подсистемы регистрации телеметрии, одновременно повышая ее надежность и тем самым удовлетворяя ключевым требованиям современных спутниковых систем. ●



ВУЗ ПРОМ ЭКСПО 2020

МОСКВА



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ
И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

10-11 ДЕКАБРЯ
VII ЕЖЕГОДНАЯ
НАЦИОНАЛЬНАЯ
ВЫСТАВКА



МОБИЛЬНОЕ
ПРИЛОЖЕНИЕ



ЭКСПОЦЕНТР

Место проведения

VUZPROMEXPO.RU

