

МОДУЛЬ СОПРЯЖЕНИЯ ИНТЕРФЕЙСОВ ARINC-429 И FAST ETHERNET

Власенко Я.В. (АО “Концерн “Гранит-Электрон”)

Научный руководитель — ведущий инженер Чащин С.Г.

(АО “Концерн “Гранит-Электрон”)

vlasenkoaroslav30@gmail.com

Введение. Современные тенденции модернизации авиационного парка и развития наземной испытательной инфраструктуры требуют интеграции оборудования, работающего с классическим и высоконадежным интерфейсом ARINC-429 [1], в сетевые инфраструктуры на базе Fast Ethernet [2].

Прямое подключение оборудования ARINC-429 к сети Ethernet невозможно из-за фундаментальных различий на физическом и канальном уровнях. Существующие отечественные решения на основе микроконтроллеров вносят значительные задержки, ограничены по числу одновременно обслуживаемых каналов и часто требуют дополнительного программного обеспечения для преобразования протоколов. Зарубежные неполные аналоги дороги и тяжело доступны.

Гибридная архитектура, объединяющая на нижнем уровне логики ARINC-429 (ГОСТ 18977-79) [3], а на верхнем Fast Ethernet, способна обеспечить детерминированный сбор данных с датчиков с гарантированными задержками и одновременно эффективную обработку больших массивов данных, повышая общую производительность и надежность комплекса.

Целью данной работы является разработка и аппаратная реализация модуля сопряжения, обеспечивающего прозрачное преобразование протоколов с сохранением временных характеристик и целостности данных. Применение ПЛИС позволяет реализовать параллельную обработку нескольких каналов, достичь минимальных и детерминированных задержек, а также обеспечить высокую отказоустойчивость.

Основная часть. Разработанный модуль сопряжения представляет собой иерархическую систему, построенную по блочно-модульному принципу. Верхний уровень иерархии образует модуль-интегратор, который содержит все функциональные блоки и обеспечивает их взаимодействие.

В состав модуля входят следующие программные блоки:

- приемный тракт ARINC-429 (ГОСТ 18977-79), выполняющий декодирование и верификацию потока от внешних приемников (канал 1, канал 2);
- двухпортовая оперативная память для буферизации принятых слов;
- блок формирования UDP-пакетов, осуществляющий инкапсуляцию данных;
- контроллер SPI для связи с микросхемой Ethernet-контроллера W5500;
- планировщик задач, координирующий работу всех блоков.

Ключевым элементом, обеспечивающим детерминированное поведение системы, является планировщик задач. Он реализован в виде жесткого конечного автомата, который циклически переключает режимы работы модуля:

- инициализация Ethernet-контроллера;
- инициализация сетевого сокета;
- режим передачи данных.

Арбитраж доступа к общей шине SPI осуществляется мультиплексированием управляющих сигналов в зависимости от текущего состояния планировщика, что исключает конфликты между параллельными задачами.

Для синхронизации работы разноскоростных интерфейсов используется система сигналов-рукопожатий. Сигнал запроса данных формируется за несколько тактов до

момента, когда контроллеру SPI потребуется новый байт для отправки. Сигнал валидности данных подтверждает, что принятый байт корректен и может быть обработан. Такой подход позволяет эффективно сопрягать SPI-интерфейс с логикой, работающей на частоте битовой скорости ARINC-429 (50 кГц).

Ресурсные затраты позволяют разместить модуль в ПЛИС малой емкости (до 2 тысяч логических ячеек) с возможностью дальнейшего масштабирования на несколько каналов.

Для проведения отладки были разработаны тестовые сценарии последовательности слов ARINC-429 между абонентом 1 и абонентом 2, а также программное обеспечение анализатора UDP трафика. Приложение в реальном времени извлекает из входящих пакетов полезную для анализа информацию, структурирует данные в отдельные поля и документирует полный сеанс передачи. По значению пакетного счётчика проверяется непрерывность поступления ARINC слов в сеть.

Так как UDP протокол не гарантирует доставку адресату, был введён механизм единичного восстановления потери, путём добавления в конец текущего пакета полные данные предыдущего.

Заключение. В результате выполнения работы реализован модуль сопряжения интерфейсов ARINC-429 и Fast Ethernet. Предложена иерархическая архитектура модуля, объединяющая приемный тракт ARINC-429, буферную память, блок формирования UDP-пакетов, SPI-контроллер и планировщик задач. Блок формирования UDP-пакетов на базе конечного автомата выполняет инкапсуляцию с детерминированной задержкой и минимальными аппаратными затратами. SPI-контроллер автономно обслуживает обмен с Ethernet-контроллером W5500, а планировщик задач осуществляет арбитраж доступа и согласование разноскоростных интерфейсов.

Отладка и проверка на функциональном макете подтвердили корректность работы модуля сопряжения интерфейсов ARINC-429 и Fast Ethernet. Разработанный модуль пригоден для интеграции в современные сетевые инфраструктуры, включая бортовые вычислительные системы, наземные стенды и тренажерные комплексы.

Литература:

1. Руководящий технический материал авиационной техники РТМ 1495-75. Обмен информацией двуполярным кодом в оборудовании летательных аппаратов, 1975. — 1 с.
2. IEEE Standard for Ethernet. IEEE Std 802.3-2018. Section 2. – 2018. — 560 с.
3. ГОСТ 18977-79. Комплексы бортового оборудования самолётов и вертолётов. Типы функциональных связей. Виды и уровни электрических сигналов — Изд-во стандартов, 1979. — 5 с.