

В сравнении с устройствами типа умный дом, где датчики постоянно находятся под нагрузкой и в целом плата потребляет достаточно много энергии, парктроник использует энергию только при заведенном автомобиле, более того, только при включенной задней передаче.

Программа, записанная на чип устройства, использует 9 Кб памяти, это позволяет добавлять функции, например, запись истории парковки.

Устройство является открытым, что позволяет вносить поправки, а также модифицировать и модернизировать его.

К недостаткам можно отнести следующее: скорость работы одного дальномера при «просмотре» на 170°, мигание светодиодной матрицы

В ходе выполнения работы были выявлены способы улучшения проекта, а также пути его модернизации: управление отслеживанием объектов путем повторных проверок дальномером углов, где были замечены эти объекты; добавление второго дальномера для более эффективной совместной работы, использование сдвиговых регистров для управления работой устройства микроконтроллером с меньшим количеством выходов и меньшими размерами, использование других алгоритмов и аппаратных решений для ускорения и улучшения работы и функционала устройства. Устройство является актуальным, т.к. существует большое количество систем, нуждающихся в локации и ориентировании, вроде бытовых (робот-пылесос, автоматические стеклоочистители), военных (гидро-, авиалокаторы, полицейские роботы), автомобильные (автопарковка, автоуправление).

## МОДЕЛЬ ОБМЕНА ДАННЫМИ ПО ШИНЕ MIL-STD-1553B

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь*

*Шпак А.В.*

*Селезнев И.Л. – к.т.н., доцент*

На сегодняшний день MIL-STD-1553B является фактически общепризнанным и распространенным повсеместно стандартом Министерства обороны США, который поддерживается разработчиками аппаратных средств и электронных компонентов большого числа различных стран. Стандарт магистрального последовательного интерфейса MIL-STD-1553B стал в действительности первым в своем роде стандартом для протокола ЛВС. Характерным примером применения данного интерфейса является соединение датчиков и, так называемого, регистратора событий, известного также как «черный ящик» [1]. Кроме того, шина MIL-STD-1553B широко используется при разработке встраиваемых систем управления космических аппаратов, а также бортового электронного оборудования авиационной и оборонной техники с целью обмена данными среди отдельных модулей системы. В таких системах становится актуальной проблема организации взаимодействия отдельных элементов в единой системе, ради осуществления обмена информацией между ними.

Топология сети, в соответствии со стандартом MIL-STD-1553B, – это мультиплексный канал информационного обмена (выполненный в виде экранированной витой пары), устройства к которому подсоединяются при помощи шлейфов. В качестве применимых устройств используются контроллер шины (КШ), удаленные терминалы (УТ) и монитор шины [2]. Весь обмен на шине осуществляется целиком под руководством КШ и инициализируется сугубо им. Тем самым КШ может адресовать свои команды любому подключенному к интерфейсу УТ, используя уникальный адрес длиной 5 бит, назначенный каждому из терминалов. Монитор шины – пассивное устройство, тоже соединенное с шиной данных, но занимающееся исключительно наблюдением и протоколированием информации, которая передается по шине.

Поток информации кодируется с помощью, вероятно, наиболее несложного самосинхронизирующегося кода Манчестер-2, также именуемого как манчестерский код. Скорость обмена по шине составляет порядка 1 Мбит/с, что соответствует установленной частоте повторения импульсов около 1 МГц. Учитывая накладные расходы, связанные с синхронизацией, фактическая пропускная способность, конечно, значительно ниже.

Любая транзакция в сети осуществляется с помощью слов длиной в 20 битовых интервалов. Младшие три бита используются в качестве синхропоследовательности (SYNC), представляющей собой импульс протяженностью в три битовых интервала с переходом через нулевой уровень в промежутке второго интервала. Последний бит выступает в качестве бита контроля четности. Тип слова специфицируется направлением перехода через нулевой уровень: отрицательный скачок (от U к -U) идет впереди командного слова (КС) или ответного слова (ОС), положительный скачок находится впереди слов данных (СД) (рис. 1).



Рис. 1 – Тип и структура слов стандарта MIL-STD-1553B

Ранее отмечалось, что автором любой транзакции в сети, является исключительно КШ, который посылает на шину команды, сообщающие удаленным терминалам о необходимости выполнения определенных действий, в том числе приема и передачи данных. Следом за синхропоследовательностью КС содержится 5 бит, отведенные под адрес УТ, которому адресована данная команда (рис.1). В качестве групповых сообщений предназначен адрес 111112. После адреса терминала следует бит передачи/приема, указывающий УТ порядок информационного обмена – передачу или прием данных (в том случае, если бит равен 1, УТ обязан передавать данные). Следующие 5 бит специфицируют подадрес или так называемый признак режима управления. В случае последнего этому полю соответствует одно из значений 11112 либо 00002. Любое другое значение означают подадрес, т.е. обращение к конкретным функциям или подсистемам, подключенным через УТ. Оставшиеся 5 информационных бит КС – это число СД или код режима управления (в том случае, если в предшествующем поле задан признак режима управления). Число СД указывает, какое количество СД необходимо передать/принять после команды (значение 00002 соответствует 32 словам). Код режима управления – это специализированные команды, описанные в стандарте MIL-STD-1553B (принятие управления интерфейсом, синхронизация, блокировка передатчика и т.п.). Передача данных осуществляется с помощью слов размером 16 бит.

Ответные слова или слова статуса – это сообщения, используемые удаленными терминалами для уведомления КШ о возникновении ошибок приема, извещения о своем состоянии, а также исправном статусе подсистем, подключенных к ним, удостоверении приема команды и данных и т.п.

Последовательность слов (командных слов, слов данных и ответных слов) образуют сообщения. В соответствии с терминологией MIL-STD-1553B сообщениями являются конкретные формы обмена информацией [2]. Предусмотрено только 10 форматов сообщений. К примеру, передача данных от контроллера шины к удаленному терминалу осуществляется с помощью сообщения следующего вида: [КС (адрес УТ)] [СД 1] [СД 2] ... [СД N] [ОС (подтверждение приема)].

Формат сообщения передачи данных от одного удаленного терминала к другому имеет следующий вид: [КС (адрес УТ 1)] [КС (адрес УТ 2)] [ОС (подтверждение приема команды от УТ 2)] [СД 1] [СД 2] ... [СД N] [ОС (подтверждение приема данных от УТ 1)].

Несмотря на то, что этот стандарт был разработан для особых применений, при которых требуется максимальная надежность работы системы, как правило, в реальных системах наряду с основной шиной используется также и дублирующая (зачастую на схемах они обозначаются как шины А и В) [3]. Все возможные устройства, соединяются с каждой из этих шин (рис.2), позволяя использовать их как в качестве основной и резервной, так и самостоятельно друг от друга. Отсюда большая часть всех существующих трансиверов для интерфейса MIL-STD-1553B имеют дублированные передатчик/приемник.

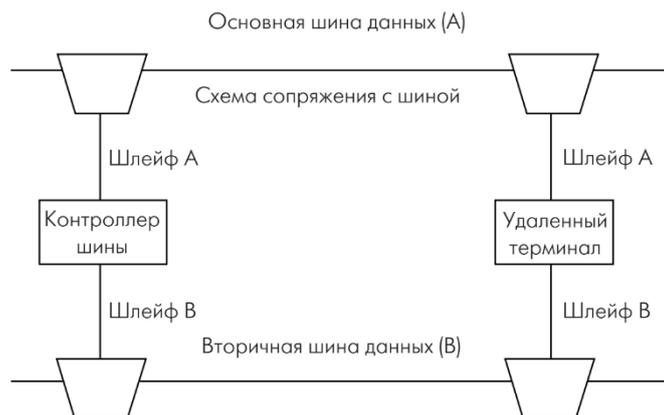


Рис. 2 – Применение двух шин в сети стандарта MIL-STD-1553В

Вопреки своему приличному возрасту, стандарт актуален в наши дни, он успешно используется в бортовом электронном оборудовании (главным образом в космической и авиационной технике), а также находит применение в системах гражданского и специализированного назначения [1]. Несложность проектирования ЛВС на основе данного стандарта, а также значительная пропускная способность и надежность могут иметь интерес для проектировщиков аппаратуры для производственной автоматики, медицинской аппаратуры, железнодорожного транспорта и многого другого.

При разработке систем с использованием протокола MIL-STD-1553В необходимо учитывать ряд этапов тестирования, включающих верификацию, системную интеграцию / моделирование [3]. Ввиду того, что данный стандарт акцентирует внимание на проверке формата сообщений, необходимо тестировать с введением (инъекцией) ошибок на всех этапах тестирования. Программная модель обмена данными по шине MIL-STD-1553В позволит разрабатывать управляющую (программную) часть встраиваемых систем, использующих данный протокол для взаимодействия между отдельными модулями, независимо от аппаратной части, что облегчает процесс разработки и поиск оптимальных решений на ее ранних этапах без наличия в сборе реальной системы, а лишь на основании анализа модели, что в свою очередь ускорит процесс разработки всей системы в целом.

Список использованных источников:

1. Eickhoff J. Onboard Computers, Onboard Software and Satellite Operations: An Introduction. – Springer Science & Business Media, 2011.
2. Jose J. An FPGA implementation of 1553 protocol controller // International Journal of Computer Information Systems and Industrial Management Applications. – 2014.
3. Randhawa R. H., Imran M. A low cost design of MIL-STD-1553 devices // 2012 IEEE First AESS European Conference on Satellite Telecommunications (ESTEL). – IEEE, 2012.