

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК _____

Пикуза
Максим Олегович

Загрузчик программного обеспечения для АРМ на основе CAN-протокола

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра технических наук
по специальности 1-39 80 02 «Радиотехника, в том числе системы и устройства
радионавигации, радиолокации и телевидения»

Научный руководитель

Листопад Николай Измайлович

доктор технических наук, профессор

Минск 2019

ВВЕДЕНИЕ

В последнее время микроконтроллеры (МК) получили широкое распространение во всех сферах жизнедеятельности человека, они контролируют работу как обычных бытовых приборов, так и сложных многофункциональных аппаратных комплексов.

Иногда после производства и выпуска радиоэлектронных средств (РЭС) возникает необходимость сменить программное обеспечение (ПО) управляющих МК. Эта ситуация может возникнуть из-за ошибочного предустановленного ПО, приводящего к недееспособности РЭС, либо в случае усовершенствования алгоритма работы МК на базе старой аппаратной части. Для решения этой задачи используется загрузчик ПО.

Загрузчик (*Bootloader*) – это приложение, основная цель которого – обновить системное ПО без использования специализированного оборудования, такого, например, как *JTAG*-программатор. Загрузчик управляет образами системы. Образы – это самостоятельные программы, которые содержатся в памяти МК и выполняются при запуске их.

Существует множество вариантов реализации загрузчиков. Для работы они могут использовать различные протоколы, такие как *USART*, *CAN*, *I2C*, и многие другие. Системы с загрузчиками имеют как минимум два образа программ, сосуществующих на одном и том же МК, и должны включать код ветвления, который выполняет проверку, выполняется ли попытка обновления ПО.

Одной из наиболее популярных микропроцессорных платформ в настоящее время является *ARM*. За последние 15 лет архитектура *ARM* развивалась особенно интенсивно, опережая остальные процессорные технологии. МК *ARM*-архитектуры имеют высокую производительность, широкую периферию и небольшую стоимость, что способствует их широкому распространению.

РЭС могут состоять из нескольких устройств, содержащих МК и объединенных в общую сеть. Обмен информацией между ними происходит по средствам какого-либо протокола. В настоящее время широкое распространение получил протокол *CAN*. Полевая шина *CAN*, построенная на основе этого протокола, характеризуется высокой скоростью передачи данных, помехоустойчивостью, а также способностью обнаруживать любые возникающие ошибки. Эти преимущества обуславливают популярность протокола *CAN*.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Цель данной работы: разработка и апробация загрузчика ПО для МК с ARM-архитектурой на основе CAN-протокола.

Задачи исследования: анализ методов и средств обновления ПО, разработка алгоритмов функционирования устройств в сети CAN в ходе обновления ПО, проведение эксперимента по обновлению ПО с использованием разработанных алгоритмов.

Объект исследования: CAN-шина с подключенными к ней устройствами, содержащими МК ARM-архитектуры.

Предмет исследования: загрузчик ПО для МК ARM-архитектуры.

Личный вклад автора выражен в самостоятельном исследовании и заключается в сравнительном анализе существующих методов и средств обновления ПО, а также на основе полученных данных разработке и апробации загрузчика ПО для МК с ARM-архитектурой на основе CAN-протокола.

Результатом произведенного анализа и расчетов явилась разработка алгоритмов функционирования загрузчика и создание на основе них эскизного проекта по реализации загрузчика ПО для МК с ARM-архитектурой на основе CAN-протокола с использованием персонального компьютера (ПК), включающего:

- структурную схему системы для обновления ПО;
- алгоритм функционирования приложения для ПК;
- алгоритм функционирования МК обновляемого устройства;
- алгоритма функционирования микроконтроллера моста *USB-CAN*.

Также была проведена экспериментальной проверка реализации загрузчика на основе разработанных алгоритмов, в результате которой была осуществлена успешная смена ПО на МК.

Значимость результатов диссертации состоит в облегчении и ускорении процесса обновления ПО на МК устройств, расположенных на удалении и подключенных к общей шине.

Материалы диссертации выкладывались в тезисном виде на 54-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В введении дается описание загрузчика ПО и показаны особенности его использования. Также отмечены преимущества использования при разработке устройств МК с *ARM* архитектурой и *CAN*-протокола для обмена данным.

В главе 1 проводится обзор существующих средств и способов обновления ПО МК. Приводится сравнительная характеристика этих средств.

В главе 2 описываются особенности обновления ПО распределенных микропроцессорных систем. Проводится сравнение МК с *ARM*-архитектурой с другими МК той же ценовой категории. Приводятся возможности *CAN*-протокола.

В главе 3 были представлены технические требования к загрузчику ПО для МК с *ARM*-архитектурой на основе *CAN*-протокола. Результатом произведенного анализа и расчетов явилась разработка алгоритмов функционирования загрузчика и создание на основе них эскизного проекта по реализации загрузчика ПО для МК с *ARM*-архитектурой на основе *CAN*-протокола с использованием ПК, включающего:

- структурную схему системы для обновления ПО;
- алгоритм функционирования приложения для ПК;
- алгоритм функционирования МК обновляемого устройства;
- алгоритма функционирования микроконтроллера моста *USB-CAN*.

В главе 4 были представлены результаты проведения эксперимента по смене ПО МК с *ARM*-архитектурой на основе *CAN*-протокола. Экспериментальная проверка реализации загрузчика на основе разработанных алгоритмов показала, что смена ПО на МК с помощью загрузчика была проведена успешно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного обзора средств обновления ПО МК были выявлены следующие основные тенденции и проблемы средств обновления ПО:

- в большинстве случаев загрузка и последующее обновление ПО МК производится при помощи программаторов, работа которых основывается на применении различных средств и технологий программирования;

- наиболее популярной технологией программирования является внутрисхемное программирование, т.к. она позволяет загружать и обновлять ПО МК непосредственно в устройстве;

- главными недостатками внутрисхемного программирования является необходимость дополнительного специализированного оборудования и прямого доступа к МК для загрузки и обновления ПО;

- использование загрузчика ПО для МК избавляет от недостатков внутрисхемного программирования.

Проведен анализ проблемы обновления ПО распределенных микропроцессорных систем. Установлено, что задача обновления ПО распределенных микропроцессорных систем решается на двух уровнях: на системном уровне и на уровне микропроцессорного узла системы.

В результате проведенного исследования был разработан загрузчик ПО. Особенностью загрузчика является то, что с помощью него можно обновить ПО на МК с *ARM*-архитектурой в составе устройств, подключенных к общей *CAN*-шине. Для подключения ПК к *CAN*-шине с устройствами используется дополнительное устройство, которое является мостом *USB-CAN* и в режиме реального времени преобразовывает данные из одного интерфейса в другой.

Проведены экспериментальные исследования по смене ПО МК с *ARM*-архитектурой на основе *CAN*-протокола. С этой целью была разработана и реализована на практике экспериментальная установка, содержащая блок питания, подключенный к сети 220 В, обновляемое устройство, мост *USB-CAN* и ноутбук.

В ходе экспериментальной проверки реализации загрузчика на основе разработанных алгоритмов было установлено, что дистанционная загрузка ПО происходит успешно, без повреждений программы и процесс обновления ПО длится не более одной минуты.

Результаты экспериментальных исследований подтвердили корректность и эффективность разработанных методов, схем и алгоритмов:

- структурная схема системы для обновления ПО;
- алгоритм функционирования приложения для ПК;
- алгоритм функционирования МК обновляемого устройства;
- алгоритма функционирования МК моста *USB-CAN*.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

[1-А.] Пикуза М.О. Загрузчик программного обеспечения для ARM на основе CAN-протокола. // М.О. Пикуза. // 54-я научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР.

[2-А.] Листопад, Н.И. Пикуза, М.О. Разработка средства для дистанционного обновления программного обеспечения. // Н.И. Листопад, М.О. Пикуза // Минск, Доклады БГУИР. –2018. – №8(118)– С.116-118.