

УДК 004.3'1

НАВИГАЦИОННАЯ СИСТЕМА НА БАЗЕ FPGA-ТЕХНОЛОГИЙ С ВОЗМОЖНОСТЬЮ САМОТЕСТИРОВАНИЯ

Медведев К.В., Зинченко Ю.Е.

Донецкий национальный технический университет

Рассмотрена задача построения системы определения местонахождения объекта на базе GPS/FPGA – технологий. Получение точных координат в формате 2D реализовано с помощью GPS-приемника. Контроль устройства осуществляется с помощью soft-процессорного ядра MicroBlaze. Отладка проекта выполнялась на базе платы SPARTAN 3E Development KIT. Возможность самотестирования позволяет выявить неисправность на месте эксплуатации. Обсуждаются преимущества использования устройства, способы снижения его стоимости.

Современные микроэлектронные устройства в наше время внедряются во все сферы человеческой деятельности. Миниатюризация, снижение энергопотребления и удешевление изделий делают их доступными для массового использования. То, что совсем недавно было либо слишком большим или дорогим, либо вовсе невозможным для реальной жизни, сейчас помещается в «кармане» вместе с источником питания и доступно для широкого потребления [1].

Навигационная индустрия также не осталась на обочине прогресса. Долгое время гражданские лица имели доступ только к одному сигналу глобальной навигационной спутниковой системы (GNSS). В ближайшие несколько лет, наблюдается устойчивая тенденция увеличения количества таких сигналов. Навигационные средства легко могут исполнить роль систем охраны и сигнализации, поэтому будут необходимы для обеспечения безопасности конкретного объекта и любого жителя планеты. В тоже время не следует забывать, что профессиональные мошенники обычно знают, как нейтрализовать системы охраны промышленного производства и только неизвестные устройства могут стать препятствием на их пути.

Целью работы является разработка и исследование самотестируемой структуры навигационной системы, способной определять местонахождение объекта, эффективной по функциональным возможностям и техническим характеристикам.

Актуальность разработки заключается в том, что она может быть использована в современных охранных системах и системах дистанционного управления. Средства самотестирования облегчают выявление неисправностей непосредственно на месте, без использования дополнительного оборудования.

Низкая стоимость и относительная компактность достигается за счет использования FPGA-технологий проектирования. Последнее обеспечивает также высокую гибкость проектирования.

Основными объектами исследования являются: GPS-приемник GlobalSat EM401 на базе чипсета SiRF Star II и микроконтроллер MICROBLAZE. Структурная схема разрабатываемого устройства приведена на рисунке 1.

Описание работы

Основная идея заключается в следующем: после появления напряжения в сети, через интерфейсную схему согласования включается GPS-модуль. Холодный старт устройства – 18 минут. Горячий старт – 5,6 секунд [2]. Т.е., в наихудшем случае, GPS-приемник найдет спутники через 18 минут и начнет выдавать в непрерывном режиме информацию о местонахождении объекта, согласно протоколу NMEA. Далее запускается алгоритм обработки полученных данных, зашитый в микроконтроллер MicroBlaze. Чтобы проверить правильно ли работает GPS-приемник и функционирует алгоритм, аппаратно через интерфейсную схему согласования включается имитатор

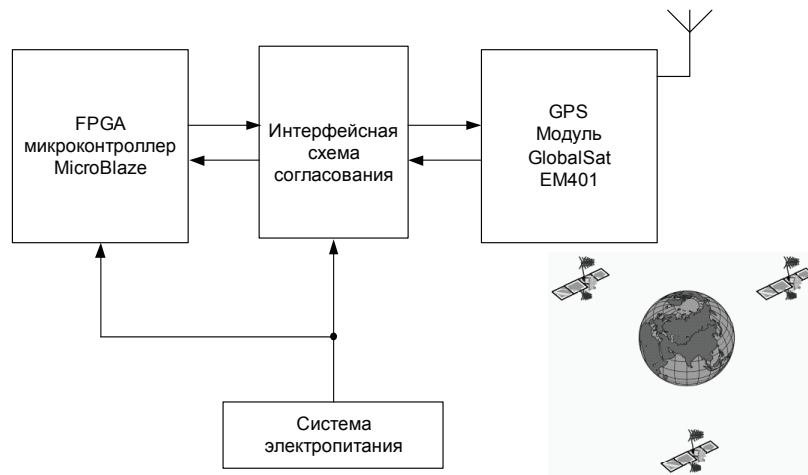


Рисунок 1. Структурная схема самотестируемой навигационной системы

GPS, зашитый программно в микроконтроллер MicroBlaze [5]. Он блокирует реальный GPS-приемник и генерирует псевдслучайную последовательность NMEA-строк (таблица 1) с целью выявления той или иной неисправности.

Таблица 1. Формат данных NMEA-строки

Начало строки	Идентификатор адреса строки	Пустое поле или поле данных	...	Пустое поле или поле данных	Необязательное поле контрольной суммы	Конец строки
"\$" HEX 24	'address field'	["'," + 'data field']	...	["'," + 'data field']	["*" + 'checksum field']	'CR'LF' Hex 0D 0A

Формат данных в NMEA - EIA-422A, но он совместим с RS-232 при скорости 4800 бит в секунду, 8 бит данных, без четности и один стоповый бит. Строки NMEA 0183 являются ASCII кодировкой. Каждое предложение начинается с dollarsign (\$) и заканчивается переводом каретки linefeed (). Данные - разграничиваются запятой. Все запятые должны быть включены, поскольку они действуют как маркеры. Контрольная сумма добавляется произвольно [3].

Используемый GPS-модуль EM401 выдает в непрерывном состоянии три основные выходные NMEA команды: GGA, GSA и RMC, в которых содержатся ключевые данные о местоположении, времени, качестве данных; отображается режим работы GPS-приемника; определяется количество использованных и видимых спутников, их номера и параметры, используемые при решении навигационных задач.

Алгоритм обработки данных от GPS-модуля предполагает вылавливание данных этих команд из последовательного COM-порта, их идентификацию, обработку и последующее выделение необходимых составляющих. Основная сложность заключается в том, что прием/передача через COM-порт требуют строгого соблюдения интерфейса RS-232. Несомненным плюсом является то, что NMEA-протокол, который используется приемником для передачи данных, как раз совместим с RS-232.

Подытожив, алгоритм можно разбить на 2 основных этапа:

- вылов, чтение и прием NMEA-команд из выбранного COM-порта;
- разбивка NMEA-команд и выбор необходимых данных.

Внутренняя структура FPGA

Для синхронизации работы всех модулей, и программного управления используется софтверный микроконтроллер MICROBLAZE. Функциональную схему соединения FPGA с периферийными устройствами показано на рисунке 2.

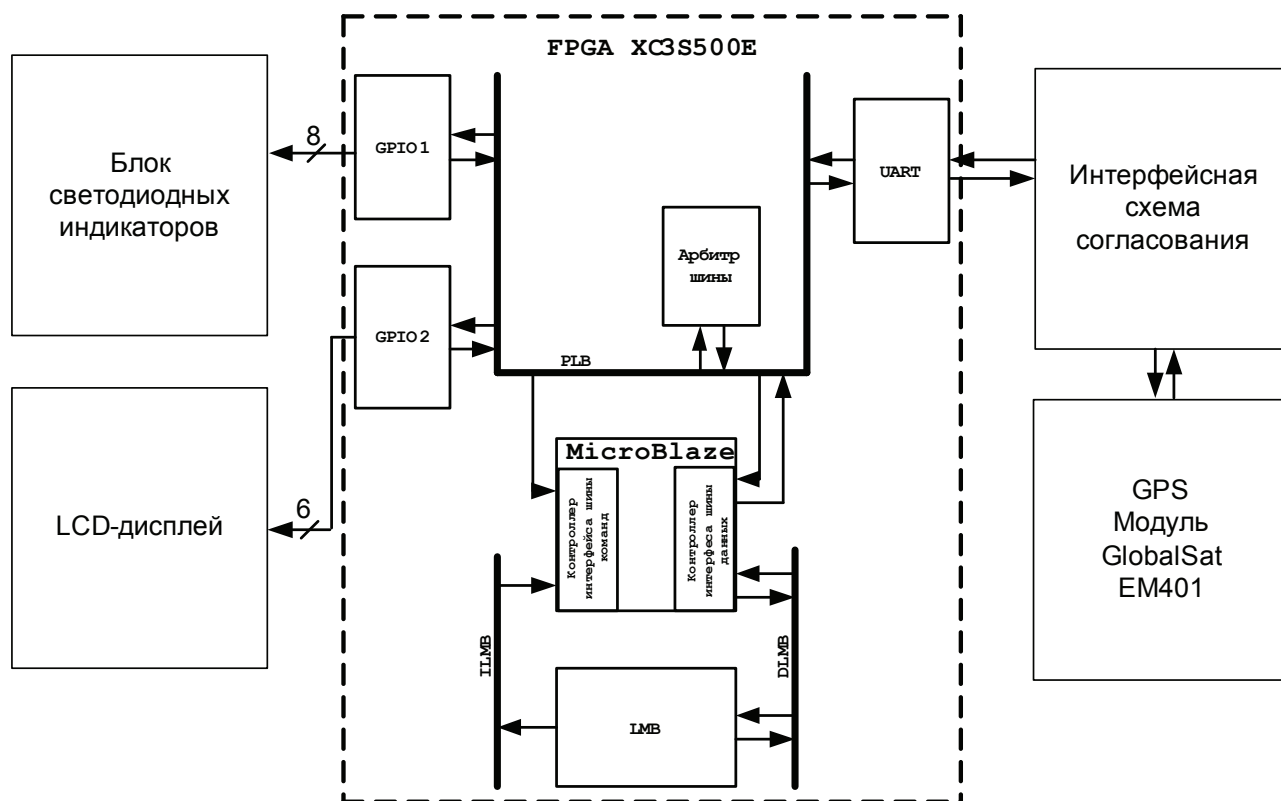


Рисунок 2. Функциональная схема соединения FPGA с периферийными устройствами

Построение интерфейсной схемы согласования GPS-приемника GlobalSat EM401 с микроконтроллером MICROBLAZE

Основным способом обмена информацией между модулями охранного комплекса является передача через COM-порт. Сложность заключается в том, что прием-передача через него требуют строгого соблюдения интерфейса RS-232, согласно которому высокий уровень сигнала соответствует напряжению +3..+15 В, а нижний -3..-15 В. В свою очередь, GPS модуль использует пониженное питание – 3.3 В., при этом передача данных осуществляется на низковольтных уровнях – Low Voltage TTL, уровни сигнала которых не превышают +-1,5 В. В связи с этим для согласованности использовалась микросхема MAX3232, которая согласовывает уровни напряжения до 5 В и 3.3 В соответственно.

MAX3232 оснащена фирменными выходными каскадами передатчиков, обеспечивающими малое падение напряжения и полную совместимость с требованиями стандарта RS-232 при напряжении питания от 3,0 до 5,5 В. Формирование выходного сигнала, при использовании одного положительного напряжения питания, обеспечивается двумя встроенными генераторами накачки, для работы которых достаточно четырех внешних малогабаритных конденсаторов емкостью по 0,1 мкФ. Для MAX3232 гарантируется, при обеспечении выходных уровней RS-232, производительность до 120 Кбит/с. Микросхема содержит два приемника и два передатчика [4].

Вторым немаловажным элементом интерфейсной схемы согласования является пятивольтовый линейный стабилизатор напряжения LM7805 (отечественный аналог - КР142ЕН5).

Выводы

Была разработана и исследована структура навигационной системы, способной определять местонахождение объекта. Были детально рассмотрены ее функциональные возможности и технические характеристики. Несмотря на то, что встроенный микроконтроллер MicroBlaze является одним из ключевых компонентов, его тестирование является довольно сложным. В связи с этим, встроенная в него самотестируемая система, которая облегчает выявление неисправностей непосредственно на месте эксплуатации, находится в процессе разработки.

Литература

- [1] Геймур И.; “Новые семейства GSM/GPRS/EDGE/GPS модулей компании Siemens, ориентированные на автомобильное применение”; журнал «Беспроводные технологии» №2, 2008г. // Интернет-ресурс http://www.wireless-e.ru/articles/modules/2008_2_14.php
- [2] Руководство пользователя по GPS-приемнику GlobalSat EM-401. //Интернет-ресурс <http://www.sparkfun.com/datasheets/GPS/EM-401.pdf>
- [3] Протокол NMEA и команды управления GPS-приемниками GlobalSat. // Интернет-ресурс http://fort21.ru/download/protocol_nmea.pdf
- [4] Документация по микросхеме MAX3232 // Интернет-ресурс <http://datasheets.maxim-ic.com/en/ds/MAX3222-MAX3241.pdf>
- [5] Rochit Rajsuman; System-on-a-chip: design and test, Boston, 2000.