

SMART-SENSOR ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ЭЛЕКТРОИМПЕДАНСА

К. С. Бычков, В. Б. Поляков

Пермский государственный национальный исследовательский университет,
614990, Пермь, Букирева, 15

За последние годы интерес к интеллектуальным датчикам (smart sensor) значительно вырос. Сбор информации, перевод первичной информации из аналогового вида в цифровой, последующая её предварительная обработка, хранение этой информации и трансляция её по каналам передачи данных, как локально организованных технологических сетей, так и через глобальные телекоммуникационные сети – все эти функции могут быть реализованы в интеллектуальном датчике, фактически, являющемся узкоспециализированной микропроцессорной системой. Современный технологический уровень производства интегральных микросхем позволяет реализовать такие датчики с низким уровнем потребления энергии, на минимальном числе радиоэлектронных компонентов и, следовательно, значительно миниатюризировать такую систему в целом.

В данной статье описан smart sensor для измерений полного электрического сопротивления (импеданса). Цель данной работы – создание такого датчика для применения его в медицине при определении различных легочных заболеваний.

При разработке данного датчика ставилась задача создать устройство, которое позволит выполнять измерения электрического импеданса в пределах 1Ком - 10Мом с точностью до 1% при уровне тестового сигнала до 2В и в диапазоне частот 1КГц – 100КГц. Для связи с персональным компьютером (ПК), кроме интерфейса USB, должен быть реализован беспроводной интерфейс для передачи данных, датчик должен иметь минимальные габариты и вес (с целью размещения его на теле человека) и обеспечить автономную работу от батареи (до 7 суток) с возможностью хранения собранных данных.

За основу датчика (рис. 1) взят модуль BLE112 (Bluegiga Technologies Inc.) [1], который реализован на микроконтроллере CC2540 (Texas Instruments Inc.). Также в состав данного модуля входит беспроводной интерфейс Bluetooth 4.0. Выбор данного типа беспроводного интерфейса обусловлен его доступностью – например, на большинстве современных ноутбуков, данный интерфейс входит в штатный набор интерфейсов. Кроме того, на основе данного беспроводного интерфейса можно несколько датчиков объединить в сеть. Свободные порты ввода-вывода микроконтроллера CC2540 используются для подключения интегральных микросхем преобразователя импеданса AD5933 (Analog Devices Inc) [2] и FRAM-памяти FM25V10 (Cypress Semiconductor Inc.) [3] через интерфейсы I²C и SPI соответственно. Для данных микросхем использовались типовые схемы подключения, рекомендованные их производителями. Применение интегральных микросхем AD5933 позволяет значительно упростить схемотехнику в части измерения импеданса, а

FM25V10, использующая технологию FRAM, - значительно экономит потребление электроэнергии в режиме хранения.

Для данного устройства было написано программное обеспечение на языке BGScript, который является разработкой фирмы Bluegiga, специально для серии модулей BLE. Связь устройства с персональным компьютером происходит посредством Bluetooth и USB. Управление режимом работы устройства осуществляется с помощью переменной, которая хранится в GATT базе [4], в которой описаны используемые сервисы, а также переменные для обмена информацией по Bluetooth. Эта переменная состоит из 4 бит, каждый из которых управляет

Программа написана таким образом, что устройство большую часть времени находится в спящем режиме и пробуждается только тогда, когда необходимо провести измерение, передать данные или принять команду. В состоянии сна устройство находится 4 минуты, затем пробуждается и работает в течение 2 секунд. Такой режим работы позволяет сэкономить электроэнергию и устройство может работать от батарейки CR2032, с емкостью 210 мА ч, в течение 28 дней.

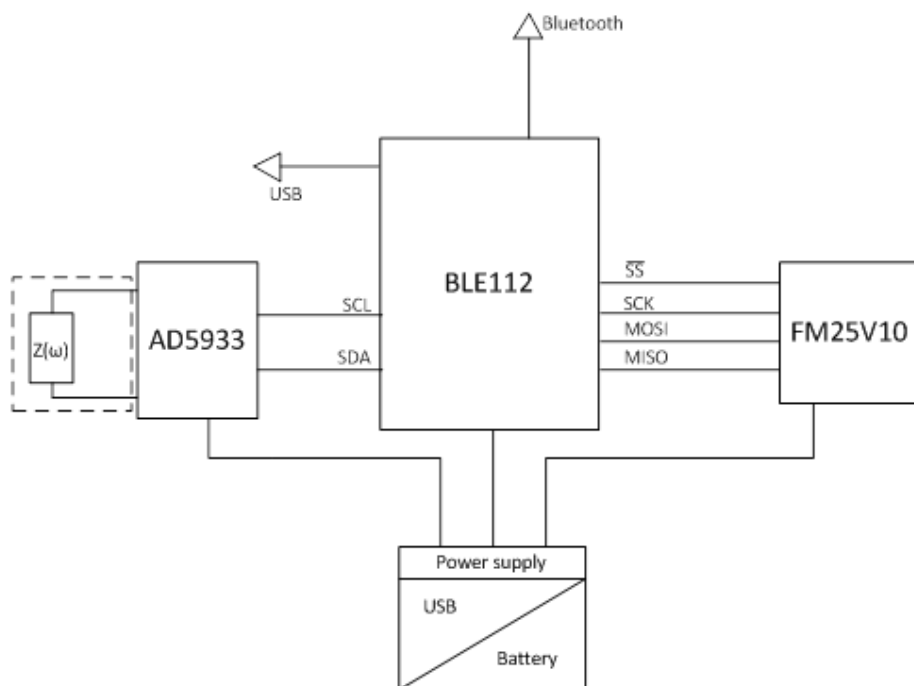


Рис. 1. Блок-схема устройства

Использование беспроводного канала для связи ПК со смарт-датчиком позволило решить проблему гальванической развязки между измерительной частью и первичной силовой сетью (особенно актуальную для оборудования медицинского назначения). Во-вторых, данное решение позволяет масштабировать систему сбора данных (изменять число измерительных каналов) простым изменением количества смарт-датчиков в системе. При этом смарт-датчики организуются через интерфейс BlueTooth в беспроводную сеть, формируя таким образом распределенную систему сбора данных.

Список литературы

1. Официальный сайт Bluegiga Technologies.-2001-2013.[URL] <https://www.bluegiga.com>
2. Официальный сайт Analog Devices, Inc..-1995-2014.[URL] <http://www.analog.com>
3. Официальный сайт Cypress Semiconductor Corporation.-2014.[URL] <http://www.cypress.com>
4. Интернет портал для помощи разработчикам в сфере Bluetooth технологий.-2014.[URL] <https://developer.bluetooth.org/gatt/services/Pages/Service-Home.aspx>