

ПРИБОР АНАЛИЗА ВИБРОАКУСТИЧЕСКИХ И ТЕПЛОВЫХ СИГНАЛОВ

студент гр. 783871 Бессонова В. А.

*Научный руководитель - канд. техн. наук Ролич О. Ч.*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
Минск, Беларусь

С появлением новых архитектурных микроконтроллерных решений со встроенным радиоинтерфейсом, поддержкой технологии «интернета вещей» (IoT), MEMS-технологий

в проектировании интегральных датчиков и разработке распределённых интеллектуальных систем наметилась тенденция широкого применения стандартных беспроводных интерфейсов связи [1].

Подобные приборы с беспроводным каналом связи в последние несколько лет проектируются на базе современной, высокопроизводительной и недорогой архитектуры Tensilica Xtensa [2]. В микроконтроллеры с архитектурой Tensilica Xtensa интегрирован радиоканал с основной несущей частотой 2,4 ГГц, на которой работает большинство современных беспроводных устройств [3]. На базе Tensilica Xtensa достаточно легко создаются модули Bluetooth, WiFi, а также BLE-приборы, встраиваемые в адаптивные mesh-сети с беспроводной связью и динамически перестраиваемой архитектурой [4].

В совокупности с MEMS-технологиями, применяемыми в производстве виброакустических сенсоров и позволяющими снизить их стоимость с одновременным повышением чувствительности, а также с появлением на рынке недорогих болометров, например, LEPTON FLIR возможно проектирование и конструирование малогабаритных, портативных и недорогих приборов интегрированного анализа виброакустических и тепловых сигналов [5]. Подобные приборы дополнительно характеризуются низким энергопотреблением с одновременной поддержкой технологии mesh-сети, позволяющей создать аналитическую систему с гибкой структурой из нескольких сотен сенсоров [6].

Исходя из перечисленных выше достижений современной микроконтроллерной, тепловизионной и MEMS техники, предлагается разработка портативного прибора интегрированного анализа виброакустических и тепловых сигналов на базе ESP32 с 32-разрядной архитектурой Xtensa LX6 со встроенным радиоканалом 2,4 ГГц.

Структурная схема прибора анализа виброакустических и тепловых сигналов изображена на рисунке 1. Наряду со структурной схемой, разработаны принципиальная электрическая схема и топология печатной платы прибора.

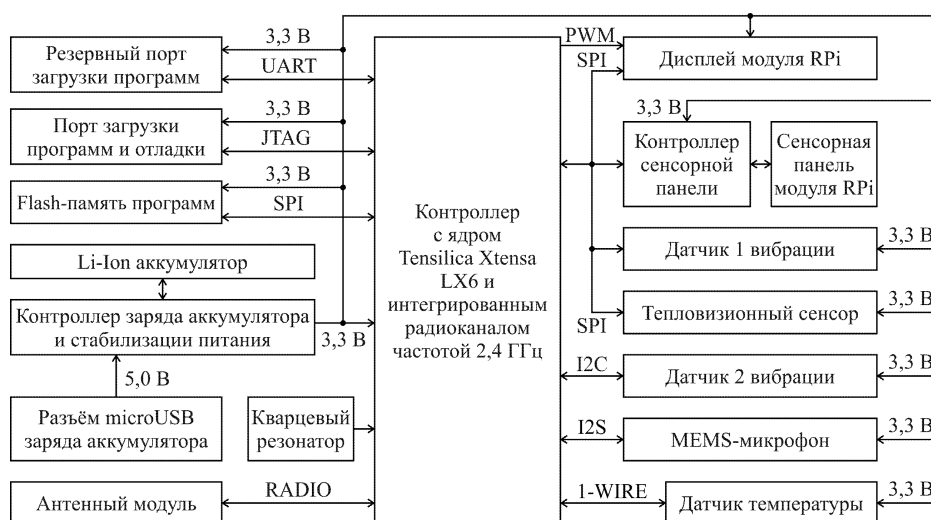


Рис 1. Структурная схема прибора анализа виброакустических и тепловых сигналов

Кроме микроконтроллера ESP32, основу прибора составляют: встроенный датчик 1 вибрации в виде акселерометра LIS3D, MEMS-микрофон MP45DT02, датчик температуры DS18B20, блок заряда миниатюрного Li-Ion или Li-Pol аккумулятора и стабилизации питания со стандартным microUSB-разъёмом. В дополнительные элементы прибора входят тепловизионный сенсор LEPTON FLIR с болометрической матрицей, внешний датчик 2 вибрации MPU6050 и дисплейный модуль RPi с сенсорной панелью как средство пользовательского интерфейса.

Исходя из технических характеристик используемых элементов, в структурной схеме прибора отражено, что в качестве межмикросхемных интерфейсов связи выступают основные четыре интерфейса: I2C, SPI, I2S, 1-WIRE, а также интерфейсы JTAG загрузки в микроконтроллер программы с возможностью её внутрисхемной пошаговой отладки и UART резервной загрузки программы.

Основной целью конструирования печатной платы прибора анализа виброакустических и тепловых сигналов является предоставление возможности его трансформации в малогабаритный портативный датчик вибраций, акустики и температуры с радиоинтерфейсом. В варианте трансформации устройства в миниатюрный интегрированный виброакустический и тепловой датчик с радиоинтерфейсом дополнительные элементы (тепловизионный сенсор, внешний датчик 2 вибрации, дисплейный модуль RPi с сенсорной панелью) не устанавливаются. При этом конструктивно предусмотрено достаточно лёгкое удаление неиспользуемых в датчике портов и контактов их подключения, позволяя таким образом уменьшить площадь печатной платы и, соответственно, геометрические размеры и массу датчика, улучшив при этом его инерционные характеристики.

Разработанные электрическая структурная и принципиальная схемы, и топология печатной платы прибора анализа виброакустических и тепловых сигналов обладают важными свойствами универсальности и адаптивности. Они заключаются в возможности как быстрого встраивания прибора в систему модульных средств с гибкой структурой на основе беспроводной mesh-сети, так и использования в иных задачах контроля, обработки сигналов и анализа данных. Также следует отметить достоинство конструктивной трансформации разработанного прибора в миниатюрный датчик интегрированного виброакустического и теплового контроля со стандартным радиоканалом связи 2,4 ГГц.

Литература

1. Ли, П. Высокие технологии, коммуникации, развлечения и СМИ: прогнозы развития отраслей 2020 / П. Ли, Д. Лукс, Д. Стюарт, Д. Джарвис, К. Аркенберг [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ru/Documents/technology-media-telecommunications/russian/tmt_predictions_RU_2020.pdf.
2. Чипированные решения от компании Espressif [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа: <https://gamma.spb.ru/novosti/44-novosti-espressif/448-chipirovannyye-resheniya-ot-kompanii-espressif>.
3. Особенности построения и использования чипов Espressif [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа: http://gamma.spb.ru/images/pdf/Espressif/Ispolzovanie_thipov_Espressif.PDF.
4. Ролич, О.Ч. Интегрированная система виброакустической и тепловой диагностики систем, узлов и механизмов дизельного двигателя на базе беспроводной mesh-сети / О. Ч. Ролич, В. Е. Тарасенко, И. И. Балаш // Агропанорама. – 2019. – № 6 – С. 38 – 41.
5. Ролич, О. Ч. Тепловой контроль работы двигателя на основе статистического анализа сигналов болометра / О. Ч. Ролич, В. Е. Тарасенко, В. С. Ивашко // Изобретатель. – 2019. – № 2-3 – С. 40 – 44.
6. Гусс, С. В. Самоорганизующиеся mesh-сети для частного использования / С. В. Гусс // Математические структуры и моделирование. – 2016. – № 4(40). – С. 102 – 115.