

Тахометр для квадрокоптера

Андрей Шабронов (shabronov@ngs.ru)

В статье приведено описание схемы, конструкции и программы для измерения скорости вращения двигателя квадрокоптера. Основное отличие от существующих прототипов [1] – использование инфракрасного датчика отражения, что позволяет безопасно проводить измерения и не задействовать конструкцию моторов. Вторым важным и отличительным достоинством является использование USB-UART-преобразователя с кварцевой стабилизацией сигналов (тахометр), что обеспечивает необходимую точность измерения и снижает стоимость устройства. Возможно применение тахометра в системах контроля: вентиляции, вращающихся элементов, крыльчаток и т.п.

ВВЕДЕНИЕ

Для измерения скорости вращения требуется фиксировать количество оборотов за фиксированный интервал времени, например, в одну секунду.

Инфракрасный датчик фиксирует перемещение лопасти. Лопасть отражает фотопоток, датчик регистрирует это своим выходным напряжением. Есть фотопоток – напряжение на выходе высокое, нет фотопотока – напряжение низкое.

Для получения фиксированного интервала времени с учётом перемещений лопастей используется передача блока известных байтов (0xFF) и приём этого же блока байтов, но с модуляцией через логический элемент типа «исключающее ИЛИ» (сокращенно «И-ИЛИ») от инфракрасного датчика. Свойство логической функции «И-ИЛИ» – выделять «разностный» код, который формирует на приёме тот же блок, но байты, которые попадают в интервал с фотопотоком, инвертируются (0x00). Таким образом, принимаемый блок содержит информацию о количестве пересечений. Время измерения определяется умножением количества байтов на скорость передачи байтов.

Блок передаётся на «машинном уровне» компьютера и не прерыва-

ется другими подпрограммами USB-интерфейса, поэтому он точный по времени. Между блоками временной интервал может быть различный.

Для используемого типа USB-UART [2] максимально возможный блок передачи-приёма составляет 1 кбайт (4096 байт). Для скорости 100 кбит/с время измерения составит около 0,4 с. При разделении фотопотока по 3...4 байта получаем максимальное число возможного учёта, а именно: $4096/(4+4)=512$ пересечений.

В данном примерном расчёте суммирование в 2 раза означает, что 3...4 байта фотопотока проходит, а следующие 3...4 байта нет. Это и есть период пересечения. Абсолютная ошибка составляет один байт. В процентах это $1/4096 \times 100\% = 0,02\%$.

Оценим предельные параметры измерения. Мотор квадрокоптера рассчитан на максимальную работу до 12 000 оборотов в минуту, следовательно, выполняет $12\,000/60=200$ об/с, а за 0,5 с это 100 оборотов. Таким образом, предел измерения на данной скорости передачи и размере блока превышает возможный предел для мотора квадрокоптера более чем в 5 раз.

Приведённый пример расчёта показывает, что точность измерения можно

определить математически. Другой способ – сравнить с аналогичными приборами и тахометрами.

Важно при оценке погрешности измерений оценить параметры датчика фотопотока. Поскольку, возможны ситуации «засвечивания» от посторонних и рядом расположенных элементов конструкции.

В приведённой далее программе для увеличения точности измерений используются метод накопления среднего значения и расчёт дисперсии среднего значения.

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА ТАХОМЕТРА

Предлагаемая схема тахометра построена на трёх самостоятельных конструктивных элементах: адаптер USB-UART [2], датчик фотопотока для ARDUINO и одна логическая микросхема, которая формирует функцию «И-ИЛИ» (555ЛА3). Схема измерителя представлена на рисунке 1.

Для формирования функции «И-ИЛИ» применена распространённая микросхема 555ЛА3 с 4 элементами 2И-НЕ. Функцию «И-ИЛИ» формирует включение всех её элементов. Вполне возможно использовать и микросхему 555ЛП5, которая содержит четыре элемента «И-ИЛИ». В этом случае задействуется один и не используются три элемента.

Питание всех компонентов осуществляется по USB-шине компьютера. Потребляемый ток не более 100 мА.

На рисунке 2 представлены диаграммы сигналов на входе и выходе «И-ИЛИ» при приёме данных пересечений фотопотока фотоприёмником. Сигналы 1-й и 2-й диаграмм – это передаваемый блок в точке TXD UART. Сигнал 3-й диаграммы – принимаемый сигнал от фотоприёмника D0, который поступает на входы 1 и 13 микросхемы U1 (см. рис. 1).

Сигналы 4-й и 5-й диаграмм – это сигнал с модуляцией по «И-ИЛИ» с вывода 6 микросхемы U1, который поступает на вход RXD UART.

Сигналы диаграмм 1, 2 и 4, 5 одинаковые, но представлены в разных масштабах для уточнения метода преобразования. Стрелками указано место увеличенного масштаба отображения.

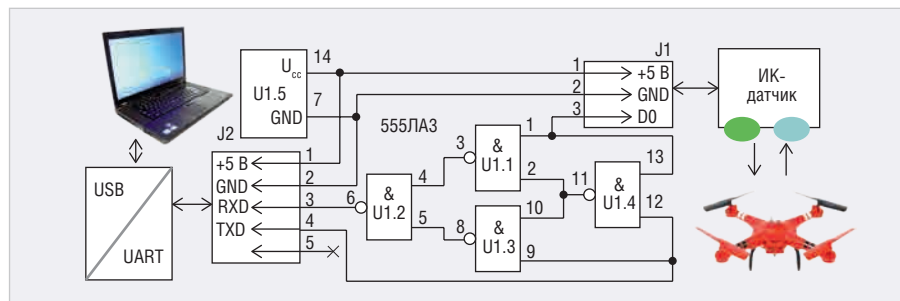


Рис. 1. Схема измерителя (тахометра)

На диаграммах не приводятся крайние искажения отклонения начала сигнала фотоприёмника и передаваемого блока. Это один байт в интервале от 0 до 0xFE, его можно считать как началом, так и окончанием сигнала фотодатчика. Этот байт учитывается программно.

КОНСТРУКЦИЯ ТАХОМЕТРА

Использование готовых блоков в виде маленьких печатных плат позволило сделать измеритель в виде небольшой «указки» из кабель-канала с проводом от USB (см. рис. 3).

Жёлтыми линиями на рисунке 3 указаны проводные соединения. Монтаж выполняется пайкой изолированным проводом типа МГТФ. Элементы крепятся на суперклей. Монтажные провода фиксируются с помощью клеевого пистолета.

Предлагаемая конструкция рассчитана на ручное считывание при приближении к вращающимся объектам. Конструкция может быть дополнена креплениями для фиксации измерителя или другими необходимыми элементами.

ПРОГРАММА ТАХОМЕТРА

Вид окна предлагаемой программы [3] представлен на рисунке 4.

Программе требуется открыть устройство с доступом к UART. На скане экрана (см. рис. 5) приведён фрагмент диспетчера устройств с подключением на порт 9.

Программа имеет статус «как есть», в ней представлены:

- подсчёт пересечений фотопотока за время передачи блока, среднее значение вращения за секунду (минуту) и дисперсия средних значений за период измерений;
- запись данных в файловый архив и программа анализа графиков на макросе в Excel;
- средства контроля, анализа и визуализации настройки фотоприёмника, цветовые настройки окна;
- имитатор фотоприёмника;
- исходный текст, компилятор языка Форт [4], файл справки по командам языка Форт;
- файл справки управляющих клавиш, настройки быстрого запуска и выбора режимов.

Программа подготовлена на языке программирования Форт [4]. Текст и компилятор языка «извлекаются» из приложения *tabometr_ot_uart_v1.exe* [3], после чего выполняется подготовка нового

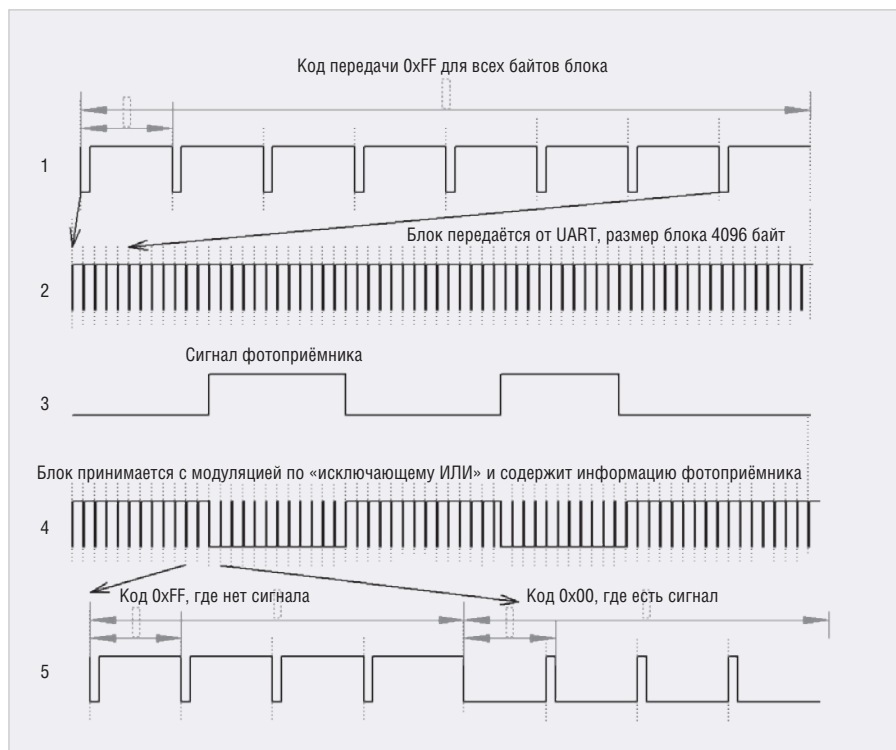


Рис. 2. Диаграммы преобразования кодов передачи-приёма измерителя

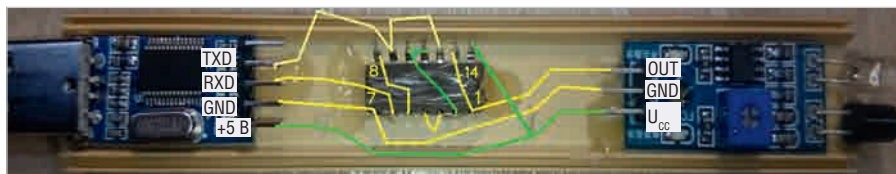


Рис. 3. Фотография конструкции измерителя с расположением составных блоков до монтажа

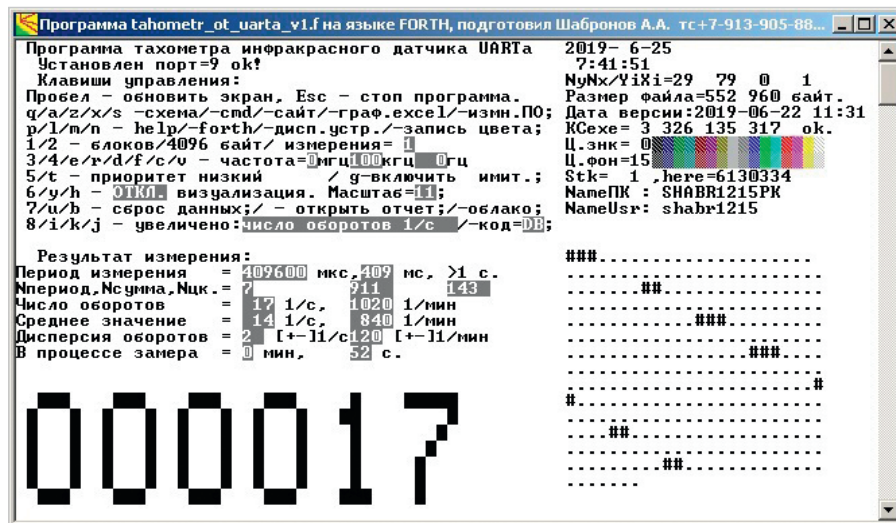


Рис. 4. Окно программы измерителя оборотов

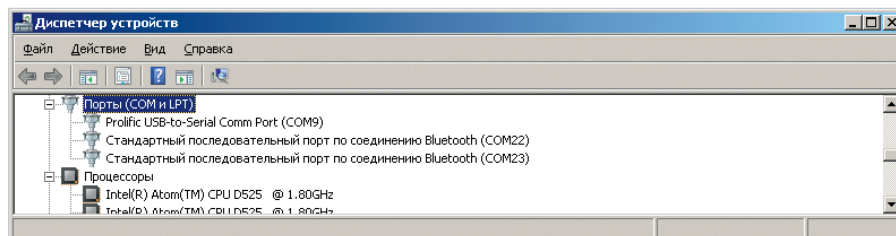


Рис. 5. Фрагмент диспетчера устройств с подключением на порт 9

исполняемого файла. В файле приложения находятся все файлы для возможной дальнейшей модернизации программы измерителя (тахометра).

Программное обеспечение доступно всем желающим и представлено в виде текстового файла *tabometr_ot_uart_v1.f*. [3]. Файл открывается «Блокнотом», шрифт «Терминал», кодовая страница 866 OEM (русский язык) или любым текстовым редактором с той же кодировкой. Программа не требует установки и сформирована для работы на операционных системах Windows XP/7/8/10 32/64.

Выводы

Очевидным достоинством предложенной схемы измерения является способ измерения без изменения конструкции измеряемого объекта вращения на основе фотопотока.

Вторым достоинством измерителя является «кварцевая» точность измерения и сравнительно низкая цена исходных компонентов.

Третьим достоинством измерителя можно считать совместимость с компьютером и возможность оперативной обработки данных. Все получаемые в процессе измерения данные одновременно доступны для

«интеллектуальной обработки», сигнализации и других задач объекта вращения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Счётчик оборотов (прототип): <http://meandr.org/archives/24773>.
2. Адаптеры UART https://ru.aliexpress.com/price/usb-uart-adapter_price.html.
3. Программа тахометра: http://shabronov_s2.dyn-dns.ru/temp/uart_ik_tahometr_v1/test/tahometr_ot_uart_v1.zip.
4. Описание языка Fortр spf4.exe (автор версии А. Черезов): <http://www.forth.org.ru/>.
5. Интерфейсы UART: https://musbench.com/e_digital/uart.html.



НОВОСТИ МИРА

Калининградский стартап налаживает выпуск умных холодильников

Технология компании «НеоХоум» в онлайн-режиме обеспечивает сбор информации о состоянии бытовой техники. Первая партия холодильников, оснащённых такой функцией, поступила в торговые сети страны.

Умная техника помогает экономить электроэнергию, отслеживая время открытой дверцы холодильника, и формирует «Профиль питания» для желающих вести здоровый образ жизни. Пользователи, присматривающие за престарелыми или больными людьми, могут настроить сигнал о том, что их подопечные вовремя взяли из холодильника необходимый

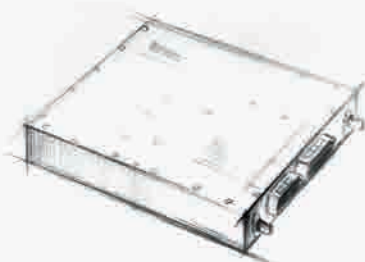
продукт или лекарство. В комплект входят датчики дыма, которые оперативно направят на телефон сообщение о задымлении в помещении.

«НеоХоум» специализируется на создании программного обеспечения для умной бытовой электронной техники, различных элементов умного дома.

Новости Интернета вещей



НОВЫЕ МОЩНОСТИ — НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ



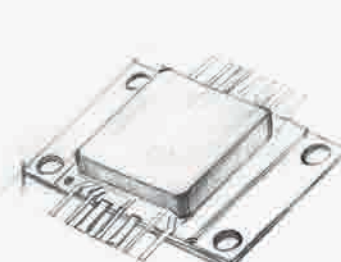
СВЧ-усилители мощности

- Диапазон частот: от HF до Ku
- Выходная мощность: 2...1000 Вт
- Типовое усиление: 25...65 дБ
- Рабочее напряжение: 28, 40 В



Многофункциональные CMOS MMIC

- Диапазон частот: S, C, X, Ku
- Выходная мощность: до 15 Вт
- Исполнение: QFN-корпус



GaN и GaAs MMIC

- Диапазон частот: 2...18 ГГц
- Выходная мощность: до 12 Вт
- Типовое усиление: 10...23 дБ
- Исполнение: QFN-корпус/кристалл

PROCHIP
POWERED BY PROSOFT

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА
(495) 232-2522 ■ RF@PROCHIP.RU ■ WWW.PROCHIP.RU

Реклама

НОВОСТИ МИРА

«РОСЭНЕРГОАТОМ» ПОДПИСАЛ СОГЛАШЕНИЕ О СОТРУДНИЧЕСТВЕ С АССОЦИАЦИЕЙ УЧАСТНИКОВ ОТРАСЛИ ЦОД

Концерн «Росэнергоатом» (входит в Электроэнергетический дивизион Госкорпорации «Росатом») подписал соглашение о сотрудничестве с Ассоциацией участников отрасли центров обработки данных (ЦОД). Об этом заявил 20 сентября на открытии Международного саммита Ассоциации участников отрасли ЦОД президент Ассоциации Игорь Дорощев.

Предметом соглашения является координация деятельности по совершенствованию условий реализации программы «Цифровая экономика Российской Федерации», а также эффективное развитие рынка ЦОД, формирование качественных и надёжных сервисов, оказание помощи российским поставщикам услуг и производителям оборудования ЦОД.

Международный саммит Ассоциации участников отрасли ЦОД проходил в Удомле 19–21 сентября на территории ЦОД «Калининский» (расположенный на площадке Калининской АЭС). Концерн «Росэнергоатом» выступил генеральным партнёром саммита. В работе международного саммита приняли уча-

стие около 150 делегатов, в том числе представители российских дата-центров, крупного корпоративного бизнеса, международные эксперты, производители инженерного оборудования. Ключевыми темами саммита стали цифровая экономика и система национальных стандартов для рынка ЦОД, лучшие практики по созданию гипер-дата-центров, рынок облачных услуг в России, практики эксплуатации ЦОД в России и за рубежом.



«Большинство крупных ЦОД сейчас сосредоточены, как правило, в Москве, Санкт-Петербурге и других крупных городах, но если возникает какая-то локация в регионах, то вокруг этого места возникают новые возможности, появляется синергетический эффект. Интерес к ЦОД «Калининский» связан как с объектом, так и оператором дата-центра. Передовые международные компании, которые являются генератором трафика, привлекают большое количество бизнеса, на-

пример, Google, Facebook и другие, готовы экспериментировать, вкладываться в новое IT-производство. И все передовые, прорывные технологии появляются как раз у таких компаний. Росэнергоатом, в моём представлении как президента Ассоциации, также может стать таким игроком. Это очень интересный объект, который может стать драйвером в развитии отрасли ЦОД», – отметил Игорь Дорощев.

«Задача максимальной защиты огромного массива критических данных, таких как персональные данные, биометрия, данные государственных систем, может быть идеально обеспечена в ЦОД на площадке рядом с атомной электростанцией, обеспечивающей надёжное и бесперебойное энергоснабжение и беспрецедентный уровень безопасности. Наше сотрудничество с Ассоциацией участников отрасли ЦОД – это, прежде всего, обмен мнениями, взаимовыгодное сотрудничество и экспертная поддержка в этой высокотехнологичной отрасли», – прокомментировал Сергей Мигалин, заместитель генерального директора, директор по экономике и финансам Концерна «Росэнергоатом».

Новости Интернета вещей

ВАКУУМНО-ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ ДИСПЛЕИ ДЛЯ ЖЁСТКИХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

- Яркость 600 кд/м²
- Угол обзора 150° (конусный)
- Встроенные контроллеры управления
- Символы высотой 5 и 9 мм
- Вибрации от 10 до 500 Гц
- Удары до 20 g (по каждой оси)
- Ресурс от 40 000 до 100 000 часов
- Диапазон рабочих температур -40...+85°C

IEE INDUSTRIAL ELECTRONIC ENGINEERS

VFD с точечной матрицей
серии Century —
по-прежнему в строю!

05464-35074-0136

PROSOFT®

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636
INFO@PROSOFT.RU

WWW.PROSOFT.RU



Росатом