

Аккумулятор 18650 для радиоканала и интерфейса 1WIRE

Андрей Шабронов

Аккумуляторы 18650 имеют рабочие напряжения 3...4,2 В, что не позволяет использовать их непосредственно в схемах с 5-вольтовым питанием. В статье предложено схемное решение формирования требуемого значения напряжения методом накопления импульсов самоиндукции от дросселя. С целью уменьшения потребления энергии формируется режим «сна» для используемого микроконтроллера 12F675 и радиомодуля HC12 в комбинации с отключением общего провода других потребителей энергии электронным ключом на полевом транзисторе. Приведена методика расчёта длительности работы на аккумуляторе в режиме «измерение-сон».

Введение

Микроконтроллер (МК) 12F675 [1] в режиме «сон» потребляет несколько микроампер, что позволяет его использовать в схемах с автономным питанием. Такой режим подходит для объектов с большим периодом измерений, например, для термометрии зерна в элеваторах. Для создания устойчивого постоянного напряжения 5 вольт, которое необходимо в работе цифровых датчиков температур DS1820 с интерфейсом 1WIRE, используется преобразование импульсов самоиндукции внешнего дросселя. Импульсы формирует МК от внутреннего тактового генератора 4 МГц и передаёт их на установленный вывод.

В режиме «сна» тактовый генератор МК не работает. Таким образом, нет импульсов и нет «холостого» потребления энергии. Кроме того, электронный ключ на полевом транзисторе отключает всех потребителей питания 5 В от общего провода и тем самым пол-

ностью исключает потребление ими энергии.

Схема преобразователя напряжения для радиоканала на МК 12F675

Принципиальная схема преобразователя напряжения для радиоканала на МК 12F675 с фотографиями сопутствующих элементов представлена на рис. 1.

Назначение элементов и работа схемы.

- На разъём J3 подключаются входные сигналы радиомодуля HC12, по которым передаётся и принимается информация радиобмена.
- Установлен такой режим работы МК, при котором на выводе GP4 (3) выдаётся сигнал, равный по частоте сигналу тактового генератора МК. Такой режим предусмотрен при работе МК с тактированием других внешних устройств. Другие выводы МК настроены в соответствии

с функцией управления и преобразования.

- Сигнал генерации поступает на два транзистора Q2 и Q3. Транзистор Q2 (2N7000) формирует импульсы самоиндукции на катушке L1. Диод D1 (1N5817) выпрямляет импульсы, а конденсатор C1 (2 мкФ) выполняет накопление получаемого выпрямленного напряжения. При изменении питания от аккумулятора 18650 [2] в интервале 2,2...4,2 В формируется постоянное напряжение в интервале 6...15 В.
- Светодиод D2 сигнализирует о работе схемы и формировании напряжения.
- Транзистор Q3 (2N7000) при наличии импульсов от МК открыт, поскольку через диод D3 формируется напряжение на интегрирующей цепи R5C4. Если импульсов от МК нет, то конденсатор C4 разряжается через R5, и транзистор Q3 закрывается. Элементы формирования 5 В (R1,2 C1,2 Q1) с датчиками шины 1WIRE отключаются от общего провода и, таким образом, не потребляют энергию аккумулятора.
- На разъём J1 подключается внешняя шина интерфейса 1WIRE для получения данных от температурных датчиков DS1820 [5].
- Предварительно радиомодуль HC12 переводится в режим «сна» программно по командам от МК и выводится из режима «сна» тоже программно, через вывод для установки режимов CON (5).
- Микросхема Q1 (LP2590) стабилизирует меняющееся напряжение до 5 В для устойчивой работы шины 1WIRE.
- Сопротивление R1 задаёт рабочий ток шины 1WIRE в качестве «подтягивающего» элемента.
- Для измерения напряжения аккумулятора 18650 используется опорное напряжение 5 В через делитель $\frac{1}{2}$ на сопротивлениях R2, R4. Таким образом, значение АЦП U1 (GP2) сравнивается с питающим напряжением МК. Параметрический линейный стабилизатор Q1 (LP2590) обеспечивает стабильность на уровне 1% от входного напряжения. Следовательно, и точность измерения АЦП не

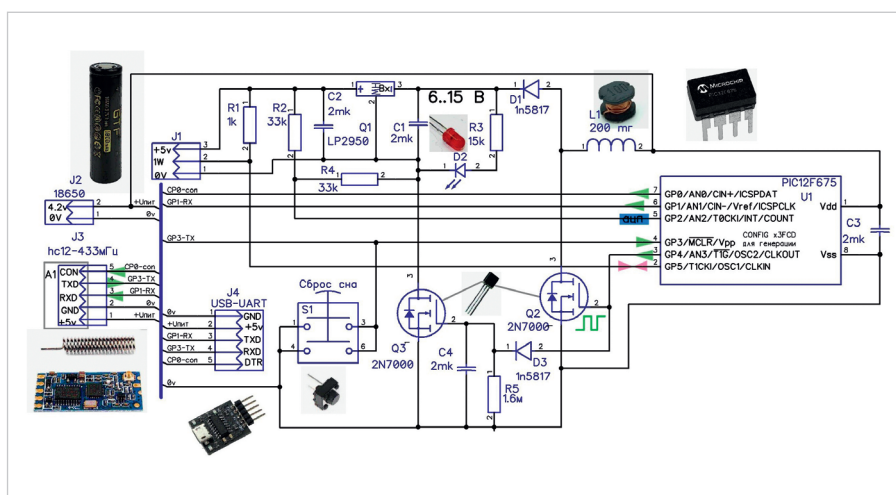


Рис. 1. Схема преобразователя напряжения для радиоканала на МК 12F675

может превысить 1%. Поэтому информация уровня напряжения аккумулятора передаётся одним байтом.

- Для прерывания режима «сна» предусмотрена кнопка «сброса сна» S1. При её нажатии МК «пробуждается», выдаёт свои данные о температуре и ожидает новую команду. Если команды не последовало, то МК переходит в режим «сна» со старыми значениями периода.
- Второй вариант смены режима периода опроса предусмотрен при передаче данных. Если нет команды на смену режима после передачи данных, то он не меняется.
- Данные о периоде «сна» записываются в перепрограммируемой постоянной памяти (EEPROM) МК.
- Пользователь может настраивать свои параметры периода опроса шины 1WIRE.
- Для настройки радиомодуля HC12 в требуемый режим и проверки работы МК предусмотрен разъём J4 (USB-UART). При подключении платы USB-UART преобразователь получает питание от USB-шины компьютера.

Дополнительно предусмотрен индивидуальный адрес МК преобразователя при обращении через радиомодуль HC12. Это создаёт возможность использования однотипных модулей по принципу радиосети. Элементы схемы допускается заменить на любые отечественные или зарубежные аналоги.

Программное обеспечение на МК аналогично предложенному в авторской работе [3], где выполняется сбор данных 1WIRE с внешним питанием. В представленном преобразователе с автономным питанием сформирован режим «сон-измерение» и сбор данных с использованием радиомодуля HC12.

Программа **uart_m433_hc12.exe** имеет открытый код, подготовлена на языке FORHT [7], доступна для пользователей и находится в [4].

Конструкция преобразователя

Все элементы преобразователя размещены на печатной плате. На рис. 2 показана 3D-модель печатной платы с установленными элементами. МК устанавливается через переходную колодку для возможности перепрограммирования на другие условия эксплуатации.

Принципиальная схема (файл **433hc12_v1.dch**), печатная плата (файл **433hc12_v1.dip**) подготовлены в редакторе DIP-TRACE и находятся в архиве **433hc12_v1.zip** каталога [4].

Расчёт времени работы преобразователя на аккумуляторе 18650

Наличие режима «сна», периодичность работы и информация о потребляемом токе позволяют заранее оценить длительность работы.

Определим исходные параметры для «среднего» обмена по сбору данных, например, в элеваторе:

- ток потребления в режиме обмена данными до 60 миллиампер;
- время работы на обмен данными до 10 секунд;
- период чтения данных 120 минут (2 часа);
- ёмкость батареи 2000 миллиампер-часов [2].

Для понимания принципа пересчёта выполним действия в наглядных единицах измерения. Энергию, затраченную на измерение, «растягиваем» на наглядный интервал измерения.

Принимаем, что в режиме «сна» энергию не потребляем.

- Энергию, равную 10 секунд \times 60 миллиампер, «растягиваем» на 1 минуту. Умножаем время на 6 и, соответственно, делим потребляемый ток на 6. Получаем эквивалентную энергию 60 секунд \times 10 миллиампер.
- Энергию, равную 60 секунд \times 6 миллиампер, «растягиваем» на 60 минут. Умножаем время на 60 и, соответственно, делим потребляемый ток на 60. Получаем эквивалентную энергию 3600 секунд (1 час) \times 0,1 миллиампера.
- Энергию, равную 1 час \times 0,1 миллиампера, «растягиваем» на 2 часа. Получаем эквивалентную энергию 2 часа \times 0,05 миллиампера.

Итого, общий ток на период измерения равен 0,05 миллиампера.

Таким образом, общее время работы получаем $2000/0,05 = 40\,000$ часов.

Окончательный расчёт: $40\,000/24 = 1666,6\dots$ суток, или примерно 4 года.

Результаты имеют только расчётный характер и действительны для идеальных аккумуляторов.

Необходимо учитывать саморазряд аккумулятора в зависимости от типа изготовления, а также температурные режимы работы. Это может значительно сократить расчётное время.

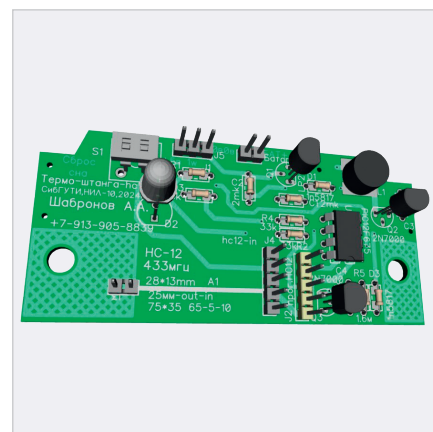


Рис. 2. 3D-модель печатной платы преобразователя

Кроме того, проверить, заряжен ли аккумулятор и насколько он заряжен, затруднительно без специальных измерительных устройств. Да и сама проверка зарядки тоже разряжает аккумулятор.

Заключение

В предлагаемой схеме с автономной работой сбора данных заложена возможность эксплуатации преобразователя и термометрии более года без замены источника питания. Если имеется «возобновляемый» источник энергии, например, солнечные батареи, то данная схема формирует возможность «бесконечного» обмена данными в системе термометрии. Преобразование интерфейса программное, что позволяет менять требуемый протокол подключаемых устройств.

Литература

1. Описание 12F675. URL: <https://static.chipdip.ru/lib/710/DOC011710931.pdf>.
2. Данные на аккумулятор 18650. URL: <https://static.chipdip.ru/lib/333/DOC005333343.pdf>.
3. «Тройник» для интерфейса 1-wire // Современная электроника. 2023. № 6. С. 24. URL: <https://www.soel.ru/rubrikator/inzhenernye-resheniya/>.
4. Каталог программы, схемы и платы. URL: http://90.189.213.191:4422/temp/agromontag_433m_hc12/test/.
5. Датчики DS18B20. URL: <https://radioparty.ru/programming/avr/c/377-lesson-ds18b20>.
6. Радиомодули HC12. URL: <https://3d-diy.ru/wiki/arduino-moduli/radiomodul-hc-12/>.
7. Описание языка Форт spf4.exe, автор версии А. Черезов. URL: <http://www.forth.org.ru/>.

