

Идеальные часы

Пытался найти точные комнатные часы с белым индикатором, без кнопок и сложных алгоритмов управления, с легко изменяемым дизайном, видимые днем и ночью, чтобы включил — и они работают. Но не нашел, пришлось самому воплощать мечту в жизнь.

Радик Нигматуллин
RadikNigmatullin@gmail.com

Из множества источников сигнала точного времени был выбран вариант со спутниками навигационных систем, он работает на всей планете. Сигнал навигационных спутников содержит всемирное координированное время UTC, поэтому нет необходимости «подводить стрелки» часов, достаточно лишь один раз указать местное смещение. В качестве приемника использован новейший модуль GMS-G6A, имеющий 33 канала отслежива-

ния и 99 каналов поиска систем GPS, ГЛОНАСС, а в перспективе — Galileo. Высокая чувствительность при слежении -165 дБм и обнаружении -148 дБм позволяет обеспечить работоспособность часов даже в глубине комнаты и практически в любом помещении найти место уверенного приема. Модуль на чипсете MT3333 работает в диапазоне напряжения 3–4,3 В и потребляет ток 35/29 мА при захвате/слежении. Готовность часов к началу работы определяется временем горячего/холодного старта 1/35 с. Миниатюрный размер $16 \times 16 \times 2,1$ мм и незначительный вес (1 г), позволяют легко разместить приемник на любой печатной плате. Важной особенностью модуля является наличие встроенной чип-антенны. Возможно применение модуля GMM-G3, имеющего аналогичные характеристики, но уменьшенный до $11,5 \times 13 \times 2,1$ мм размер в связи с отсутствием встроенной антенны. Модуль GMS-G6A передает информацию микроконтроллеру часов на скорости 9600 бит/с, который из всего потока сообщений выбирает необходимые для работы данные и показывает их на индикаторе (рис. 2).

Габаритные размеры часов (Ш×В×Г) $96 \times 34 \times 16$ мм, без учета разъема питания. Масса составляет 53 г. Потребление тока 40–200 мА при различных условиях работы. «Мозги часов» — микроконтроллер PIC16F688.

Через контактные площадки на печатной плате (рис. 3) (квадратные точки на схеме) при помощи пятиштырькового ICSP-разъема микроконтроллер подключается к программатору. Под приемник GMS-G6A необходимо подложить изолирующую пленку, так как снизу проходят несколько печатных проводников (рис. 4).

Управление часами производится при помощи магнита, который вызывает срабатывание униполярного датчика Холла TLE4905L. Получается аналог бесконтактной кнопки с фиксацией. Внесение смещения местного времени относительно UTC: магнит подносят к датчику Холла и затем подают питание.



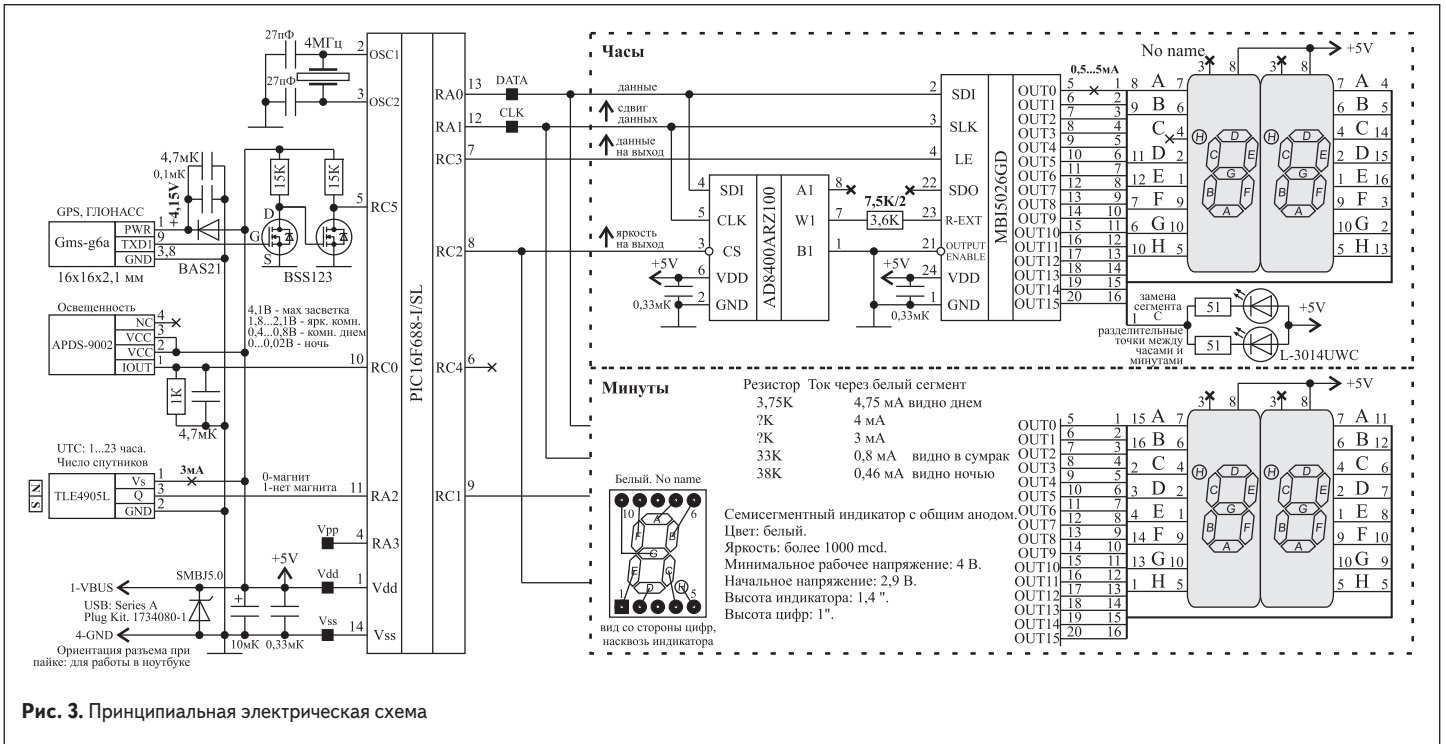
Рис. 1. Внешний вид белого варианта часов

\$GPGGA,1,24,54,2.000,5551.3636,N,04834.2564,E,1,5,2.72,161.8,M,1.4,M,,*6B

\$GNGSA,A,3,02,04,29,,,,,,,,,2.90,2.72,0.99*1D

\$GNGSA,A,3,81,88,,,,,,,,,2.90,2.72,0.99*19

Рис. 2. Используемые данные



Индикатор начинает отсчет поправки, и при достижении необходимого значения магнит убирают. Поправка запоминается, и часы сообщают об этом кратковременной вспышкой всех сегментов. Если за время круга решение не принято, происходит выход из режима внесения коррекции времени.

В фильме «Идеальные часы» [6] можно наблюдать процесс настройки под любое желание владельца, а также увидеть вариант индикации зеленого цвета. При поднесении магнита к работающим часам начинается последовательное изменение режимов индикации. Магнит убирают в момент, когда демонстрируется необходимый вариант работы. Если режим индикации изменился, то он записывается в память с кратковременной вспышкой всего индикатора. Если за время цикла решение не принято, включаются все сегменты до отвода магнита. Режимы индикации часов:

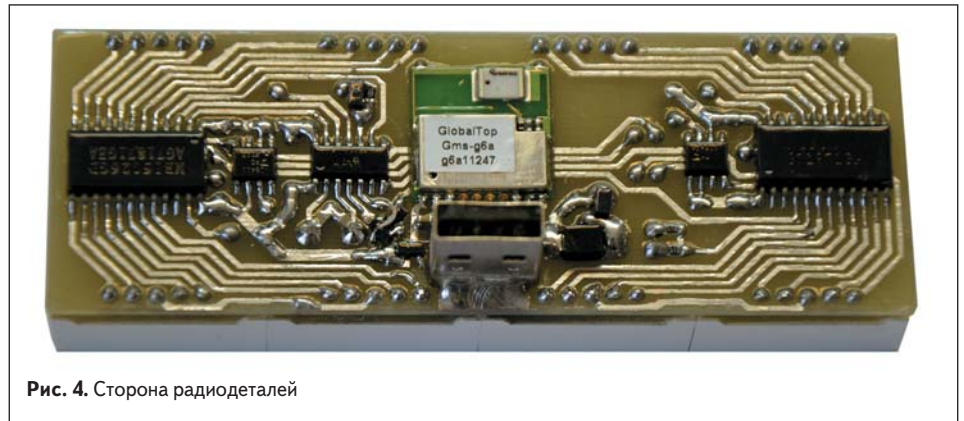
- количество видимых спутников: C = GPS + GLONASS, отключение повторным поднесением магнита;
- индикация четверти минуты (точка сверху): включена/отключена;
- режим отображения времени: 24/12 ч;
- разделительные точки: не мигают/мигают;
- регулировка яркости: автоматическая/ручная;
- максимальная яркость для ручного и автоматического режимов работы.

В электронных часах желательна автоматическая регулировка яркости. Для этого использован датчик освещенности APDS-9002 — небольшой золотистый прямоугольник в верхней правой части индикатора десятков минут. Чуть правее от него чернеет корпус датчика Холла (рис. 5) — к нему и надо подносить магнит. Датчик освещенности прекрасно реагирует на любое изменение яркости, поэтому в цепи датчика установлен конденсатор большой

емкости, который несколько сглаживает эти пульсации.

Белый семисегментный попаме индикатор с общим анодом был приобретен на eBay. Испытания показали, что цифры отлично видны в дневное время при токе 5 мА через сегмент. Ночью это значение можно уменьшать в 10 раз. Четыре индикатора, расположенные рядом друг с другом, определяют габариты часов. Так как индикаторы отдельные, пришлось произвести

доработку корпуса индикатора с целью установки разделительных точек. Они выполнены из неиспользуемых сегментов индикатора десятков часов. Особенностью часов является статический режим работы индикаторов, которыми управляет драйвер MBI5026, в нем ток через сегменты задается при помощи одного резистора. В часах переменный цифровой потенциометр AD8400 «крутит» микрокон-



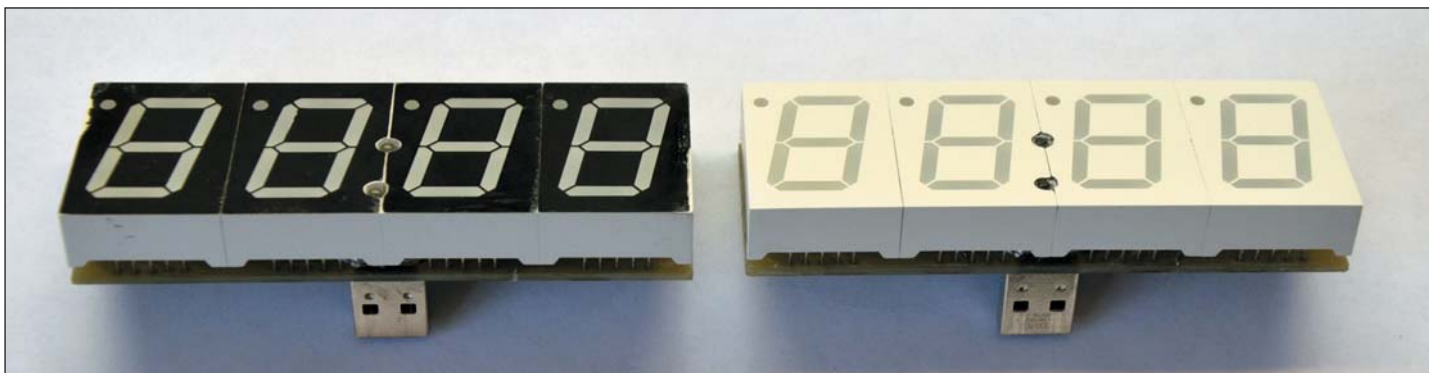


Рис. 6. Шлифовка индикаторов

троллер в зависимости от внешней освещенности. Возможна реализация динамического режима индикации. Для индикаторов с общим катодом используют драйверы MAX7219/MAX7221 или MAX6950/MAX6951, для общего анода — STLED316S. В данном варианте часов роль корпуса играют сами индикаторы. После их монтажа на плату наждачной бумагой шлифуются лицевая и верхняя поверхности часов (рис. 6).

Затем на них приклеивается самоклеящаяся пленка типа Ocasal, которая определяет цвета корпуса и свечения индикаторов. Пленка уменьшает видимость отключенных сегментов и создает чистый фон. Операция по изменению цвета часов занимает пару минут: отклеить старую пленку, приклеить новую, обрезать лишнее. Печатная плата со стороны деталей покрывается защитным слоем лака и маделином (рис. 7), это противоскрипный прокладочный уплотнительный самоклеящийся материал толщиной 1 мм.

При разработке питания приемника GMS-G6A (4,15 В) было подведено к верхней границе рабочего диапазона (4,3 В), чтобы уровень выходной «единицы» улавливал пятивольтовый контроллер. На практике оказалось, что внутри приемника находится стабилизатор напряжения и уровень «1» приемника составляет 2,7 В — для контроллера не выполняется параметр VIN. Пришлось внести доработку: миниатюрный преобразователь уровня на двух транзисторах в корпусе SOT23 и паре резисторов размером 0603. В дальнейшем напряжение питания приемника желательнее снизить до 3–3,3 В, например

установив два последовательных диода в цепи питания. Если приемник будет переводиться в режим пониженного потребления, то ограничитель напряжения на диоде использовать нельзя, так как напряжение поднимется выше максимально допустимого. В этом случае необходим линейный стабилизатор на 3–3,3 В, например LM3480IM3-3.3. «Идеальные часы» могут питаться как от разъема USB компьютера (напрямую или через удлинитель), так и от сетевого БП, например A1265 (размер 26×26×28 мм без учета сетевой вилки, входное напряжение 100–240 В, выход 5 В/1 А). Необходимо иметь в виду, что при токе нагрузки менее 200 мА данный блок питания выдает повышенное напряжение 5,35 В.

Дальнейшее направление работы — добавление к часам будильника. Вместо кнопок можно использовать микросхему MGC3130, которая анализирует изменение характеристик электрического поля при движении рук на расстоянии до 15 см. Тогда настроить время срабатывания будильника и изменить режим работы часов можно будет легким движением руки.

Вариант использования точных часов

Системы сбора информации по радиоканалу имеют центральный пункт и удаленные объекты с приемником и передатчиком. Точные часы позволяют отказаться от передатчика на центральном объекте и приемников на удаленных точках, используя синхронизацию по точному времени. Для этого вводится канал задержки начала передачи: 0–59 с — ежeminутный

будильник передатчика. На каждом объекте устанавливается время включения передачи относительно начала минуты с точностью до 1 секунды. В результате каждый объект имеет индивидуальное время начала передачи данных, распределенное по минуте. Для повышения точности можно использовать дополнительный выход приемника 1PPS, на котором уровень сигнала изменяется точно в начале секунды. Система сбора информации упрощается, удешевляется, улучшается качество и надежность ее работы.

Часы в этом варианте применения можно упростить:

- Использовать индикатор красного цвета, что позволит уменьшить напряжение питания до 3,3 В.
- Часы и минуты становятся лишними, достаточно знать только секунды.
- Секунды можно показывать точкой на матричном светодиодном индикаторе 8×8.
- Возможно использование всего трех светодиодов: «начало минуты», «секундные импульсы», «включение передачи».

В настоящий момент часы не производятся серийно, и купить их невозможно. Но радиолюбители могут изготовить их самостоятельно. В этом случае стоимость затрат на комплектующие элементы не превысит 1000 рублей. ■

Документация для изготовления

1. Электрическая схема. <https://docs.google.com/file/d/0B38yPPb71lGRQTQ1a3BCTFF5eU0/edit?usp=sharing>.
2. Блок-схема работы. <https://docs.google.com/file/d/0B38yPPb71lGRZIRwOVFBY1BoejQ/edit?usp=sharing> и <https://docs.google.com/file/d/0B38yPPb71lGRcGU1MnBwNGZkaWs/edit?usp=sharing>.
3. Печатная плата. <https://docs.google.com/file/d/0B38yPPb71lGRUVdQUmpOMmU0aHM/edit?usp=sharing>.
4. Программа работы. <https://docs.google.com/document/d/126XrJEf9l4hcddU5YaEV2KxJq0vxdx9WRWTsefxQbj0/edit?usp=sharing>.
5. Прошивка микроконтроллера. https://docs.google.com/document/d/10_38ksJ1sDzhaLknCID-weOBs4QGfTVNHCAuQ3mV02Q/edit?usp=sharing.
6. Фильм «Идеальные часы» <http://youtu.be/P4dGTQ-qiuM>.
7. <http://habrahabr.ru/post/171153/>



Рис. 7. Сторона радиодеталей, покрытая маделином