

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ ПОЛУЧЕНИЯ ТОЧНОГО ВРЕМЕНИ

Бекоев Г.М.

*Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»
филиал «Минский радиотехнический колледж»
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Андрейчук А.О. – преподаватель цикловой комиссии «Программируемые цифровые устройства» Учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» филиала «Минский радиотехнический колледж», магистр техники и технологий.

Аннотация. Изучены различные методы получения точного времени, то есть синхронизации электронных часов в различных устройствах. Рассмотрены следующие варианты получения точного времени: при помощи сети интернет (протокол NTP), систем спутниковой навигации (GPS), FM радиовещания (RDS), специализированных радиостанций точного времени. Сделан вывод о пользе применения подобных методов синхронизации времени.

Ключевые слова: часы, время, синхронизация, NTP, GPS, FM, RDS, микроконтроллер

Введение. В настоящее время, несмотря на широкое распространение персональных компьютеров и смартфонов, в домашнем быту и на различных предприятиях используются часы в различных исполнениях: настольные, настенные, в составе различных информационных табло. Проблемой является то, что зачастую подобные устройства не имеют синхронизации времени, что приводит к различным показаниям времени на разных устройствах. В случае же, если в устройстве используются часы реального времени с недостаточной точностью хода, это вовсе приводит к неверным показаниям времени и необходимости постоянно подстраивать время вручную.

Основная часть. Самый распространенный на текущий момент вариант синхронизации времени – это синхронизация по сети интернет. С ее помощью выполняется синхронизация часов на ПК, смартфонах и других подобных устройствах. Наиболее известный протокол синхронизации времени это NTP (Network Time Protocol). Он относится к семейству TCP/IP, имеет поддержку во всех распространенных операционных системах, как MS Windows и Linux.

Время в данном протоколе представляется в форме 64-битного числа, состоящего из 32-битного счётчика секунд и 32-битного счётчика долей секунды, позволяя передавать время в диапазоне 2^{32} секунды. Поэтому шкала времени в NTP повторяется каждые 136 лет и для корректной синхронизации получатель должен знать время с точностью 68 лет.

Существует также упрощенная версия протокола – SNTP (Simple Network Time Protocol), предназначенная для встраиваемых устройств и систем.

Такой вид синхронизации можно использовать в двух вариантах: можно предусматривать возможность подключения часов к сети интернет с помощью Ethernet или беспроводной сети Wi-Fi, либо использовать один сервер или компьютер для синхронизации с NTP сервером, а часы уже подключать к этому компьютеру по интерфейсу типа RS-485.

Стандарт интерфейса RS-485 применяется для передачи небольших объемов данных. Максимальная дальность передачи 1200 метров. Максимальная скорость передачи около 10 Мбит/с при благоприятных условиях, при максимальной длине не более 100 кбит/с, чего вполне достаточно для передачи даты и времени.

Следующий, также довольно распространенный метод синхронизации часов – это использование систем спутниковой навигации, таких как GPS. Он применяется в смартфонах, навигаторах, встречается в некоторых моделях наручных часов.

Для определения координат GPS-приемник измеряет расстояние до четырех спутников. Оно вычисляется исходя из времени прохождения сигнала от спутника. В связи с этим требуется высокая точность времени на приемнике и спутнике. Каждый спутник имеет на борту атомные часы. Для определения времени приемнику достаточно связи с одним спутником.

Чтобы использовать данный метод необходим GPS-приемник, совместимый со стандартным протоколом NMEA 0183. Существует множество GPS-приемников, чаще всего они имеют интерфейс подключения UART. Соответственно можно использовать такие приемники в составе часов или локального сервера синхронизации времени. Второй вариант тут более предпочтителен, так как подобный метод имеет несколько главных проблем, таких как: невозможность связи со спутником в зданиях, кроме оконных проемов; существенное увеличение стоимости готовых устройств.

Следующим рассматриваемым способом синхронизации времени будет использование RDS канала вещательных FM радиостанций. Многие радиостанции передают дополнительные текстовые данные в цифровом виде при помощи данного стандарта, они содержат информацию о погоде, название радиостанции, название текущей песни, а также время.

Как видно на рисунке, спектр современной FM радиостанции содержит несколько сигналов: 30 Гц – 15 кГц – монофонический звук, в основном для обеспечения обратной совместимости, 19 кГц – Пилот-тон, используется для декодирования стереосигнала, затем 23–53 кГц содержит правый и левый каналы передачи звука, затем 57 кГц, эта частота используется для передачи цифровых данных, которые и нужны для получения времени рисунок 1.

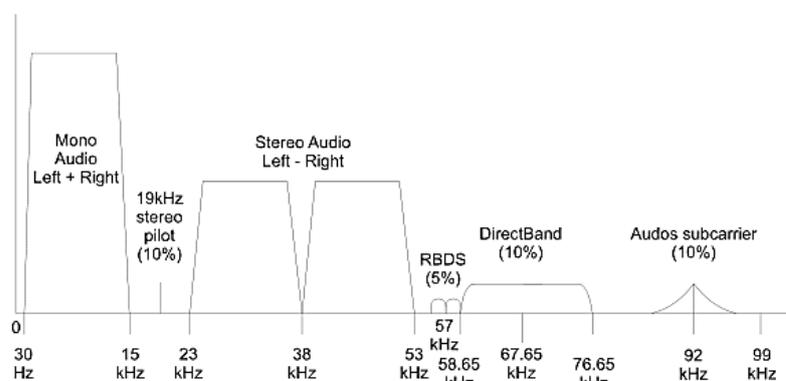


Рисунок 1 – Спектр современной FM радиостанции

На этой частоте передается поток цифровых данных, в передаче используется так называемое «манчестерское кодирование». Упрощенно это значит, что 0 передается как 01, 1 передается как 10, что избавляет от длинных последовательностей повторяющегося сигнала, увеличивая эффективность и качество приема.

Соответственно, включив в конструкцию часов миниатюрный FM-приемник, как пример модуль RDA5807, имеющий возможность чтения RDS сообщений, подключаемый к микроконтроллеру часов по интерфейсу I2C можно использовать для синхронизации времени.

Данный метод можно назвать наименее точным из представленных, так как вещательные FM станции не являются эталонными источниками времени. Как плюс можно отметить стабильный прием подобных радиостанций в пределах города, в том числе внутри зданий.

Кроме вещательных радиостанций существуют различные специализированные радиостанции. В том числе радиостанции, передающие точное время. И является ещё одним способом синхронизации часов.

Известно множество радиостанций, передающих точное время. В Европе самой известной и старейшей является DCF77. Это длинноволновая станция вещает на частоте 77.5 кГц с 1959 года, с 1973 года стала транслировать не только время, но и дату. Передача сигналов ведется с помощью амплитудной модуляции рисунок 2.

Сигнал имеет следующую структуру: импульсы разделены по секундам, если задержка между импульсами составила 0.1 секунды, а длина импульса, соответственно 0.9 секунды, это принимается за «0», если же задержка 0.2 секунды, а длина импульса 0.8 секунды, то это «1». В конце каждой минуты транслируется длинный сигнал (2 секунды), оповещающий об окончании трансляции и начале новой.

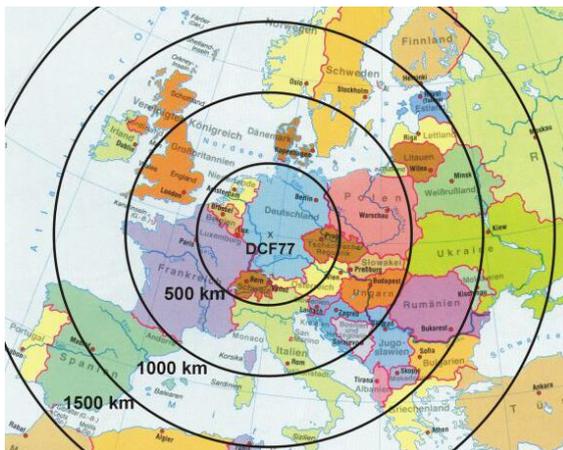


Рисунок 2 – Зона распространения сигнала DCF77

В минуту передается 59 бит. Первые 15 зарезервированы, затем 5 бит сервисной информации, как например информация о переходе на летнее время, добавление корректировки времени по вращению Земли. Остальная часть радиопередачи содержит дату и время рисунок 3.

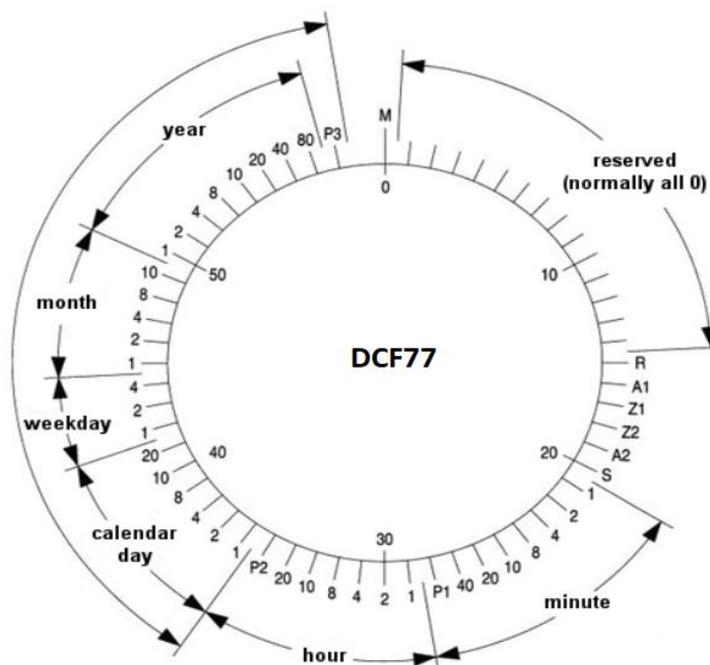


Рисунок 3 – Структура передачи DCF77

В связи с простотой кодирования, данный метод может работать с большей частью микроконтроллеров. Для этого радиоприёмный тракт, настроенный на частоту 77.5 кГц подключается к АЦП микроконтроллера, который преобразует сигнал в последовательность цифровых данных, которые будут использованы для синхронизации даты и времени. Кроме того, потребление такого радиоприёмного модуля довольно низкое, что позволяет свободно использовать его в часах, работающих от аккумуляторов или батарей. Минусом является зашумленность диапазона длинных волн в городской среде, что может препятствовать стабильному приему, особенно в дневное время.

Заключение. Представленные способы позволяют предусмотреть синхронизацию времени в различных устройствах и при различных условиях их эксплуатации. Эти методы применяются при конструировании новых устройств или модификации старых. Часто, вместо затрат на высокоточные встроенные часы, рациональнее использовать внешнюю синхро-

низацию. Кроме этого, они могут помочь в случае необходимости модернизации старых часов с низкой точностью хода.

Список литературы

1. Сервер очень точного времени *stratum 1* на *Garmin GPS* [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/118266/>. - Дата доступа : 30.03.2023
2. Синхронизация времени без интернета [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/companies/rwds/articles/507860/> - Дата доступа : 30.03.2022
3. RDS, как это работает? Опускаемся на самый нижний уровень модели OSI [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/303104/>. - Дата доступа : 30.03.2023
4. Еще одно FM радио на RDA5807 под управлением Ардуино [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/485448/>. - Дата доступа : 30.03.2023
5. DCF77: как работает система передачи сигналов точного времени? [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/445470/>. - Дата доступа : 30.03.2023

UDC 621.3.049.77 – 048.24:537.2

STUDY OF WAYS TO OBTAIN ACCURATE TIME

Bekoyeu H.M.

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Branch of "Minsk Radio Engineering College"
Minsk, Republic of Belarus*

Scientific supervisor: Andreichuk A.O. - Lecturer of the cycle commission "Programmable Digital Devices" of the Educational Establishment "Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics" branch "Minsk Radio Engineering College", Master of Engineering and Technology.

Annotation Various methods have been studied to obtain the exact time, that is, the synchronization of electronic clocks in various devices. The following options for obtaining the exact time are considered: using the Internet (NTP protocol), satellite navigation systems (GPS), FM broadcasting (RDS), specialized radio stations for accurate time. The conclusion is made about the benefits of using such methods of time synchronization.

Keywords: clock, time, synchronization, NTP, GPS, FM, RDS, microcontroller.