

Электронные часы с использованием RTC на микросхеме DS1307

Данные часы разрабатывались как удобная замена настенным электромеханическим часам и поэтому не обременены никакими дополнительными функциями — будильниками, таймерами, термометрами и т. п. В часах применены индикаторы с высокой яркостью и большим размером цифр, что дает возможность людям с ослабленным зрением определять время из любой точки комнаты, не подходя непосредственно к часам, и даже использовать их как ночник.

Основной предлагаемых часов, принципиальная схема которых показана на рис. 1, является специализированная микросхема

с разным числом дней, включая поправку для високосного года. В данной конструкции календарь и ОЗУ не используются.

при напряжении питания упадет ниже $U_{\text{ВАТ}}$ устройство переключится в режим хранения с низким энергопотреблением. При восстановлении штатного питания устройство автоматически переходит на работу от него.

Функциональная схема микросхемы DS1307 приведена на рис. 2.

Вывод V_{CC} служит для подключения к источнику питания +5 В, GND — к общему проводу, V_{BAT} — для подключения стандартной литиевой батареи. Для нормальной работы напряжение батареи должно находиться в диапазоне 2,5...3,5 В. Вывод SCL предназначен для импульсов синхронизации шины I²C, а SDA — для передачи данных.

На выводе SQW/OUT следует остановиться более подробно. Если бит SQWE

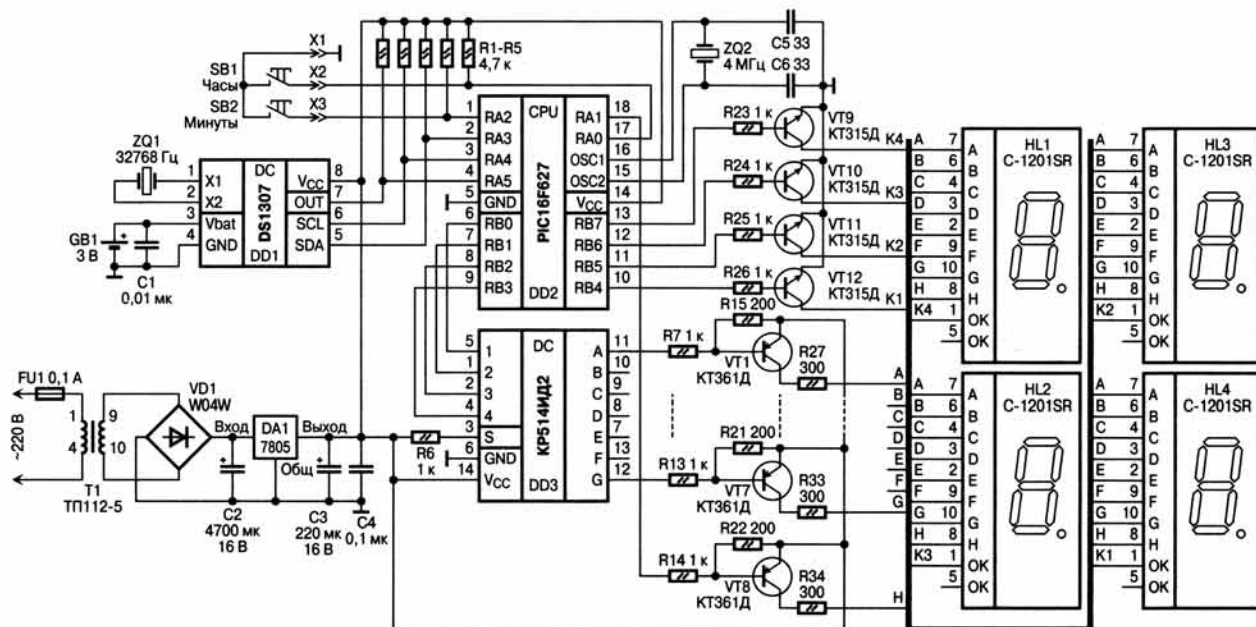


Рис. 1

фирмы Dallas Semiconductor DS1307 [1]. Данная микросхема редко встречается в радиолюбительских разработках, поэтому на ее особенностях остановимся подробнее.

Микросхема DS1307 представляет собой часы реального времени (RTC) с интерфейсом I²C. Она имеет в своем составе собственно часы, полный календарь и 56 байт статического ОЗУ. Часы работают в 24-часовом или 12-часовом формате с индикацией AM/PM. Часы генерируют следующую информацию — секунды, минуты, часы, день, число, месяц и год. Автоматически вносится поправка для меся-

Микросхема DS1307 имеет встроенную цепь контроля питания, которая автоматически переключает ее на питание от батареи при пропадании внешнего напряжения. Часы в таком режиме будут работать, разумеется, без индикации. Литиевая батарея в данном устройстве работоспособна в течение нескольких лет.

Микросхема работает как ведомое устройство на шине I²C. Когда напряжение питания падает ниже $1,25 \times U_{\text{ВАТ}}$ устройство прекращает связь и сбрасывает адресный счетчик. В это время оно не будет реагировать на входные сигналы, чтобы предотвратить запись ошибочной информации. Если на-

регистры управления (табл. 1) установлен в 1, на выходе SQW/OUT вырабатываются импульсы в форме меандра одной из четырех фиксированных частот — 1 Гц, 4, 8 или 32 кГц.

Выбор частоты осуществляется битами RS1 и RS0 (табл. 2). Этот вывод выполнен с открытым стоком и требует внешнего нагрузочного резистора.

Выводы X1 и X2 служат для подключения стандартного часового кварцевого резонатора на частоту 32768 Гц.

Адресное пространство микросхемы содержит 64 ячейки и распределено следующим образом: в диапазоне адресов 00H—07H расположены ре-

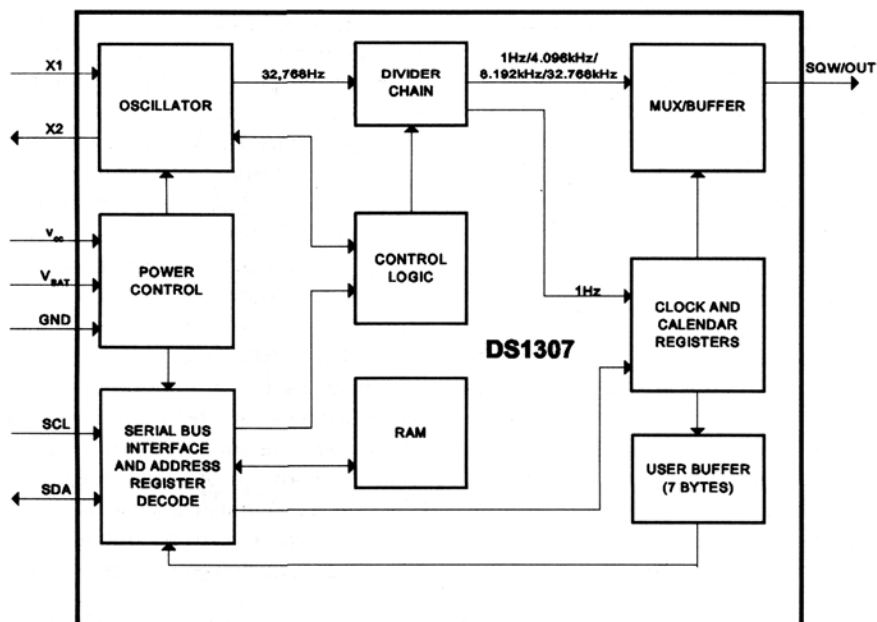


Рис. 2

Таблица 1

Бит 7	Биты 6, 5, 3, 2	Бит 4	Бит 1	Бит 0
OUT	x	SQWE	RS1	RS0

Таблица 2

RS1	RS0	Частота на выводе SQW/OUT
0	0	1 Гц
0	1	4 кГц
1	0	8 кГц
1	1	32 кГц

гистры часов и управляющий регистр, в диапазоне 08H—3FH — 56 байт пользовательского ОЗУ.

Определенное удобство при программировании управляющего микроконтроллера вызывает то факт, что значения секунд, минут, часов, дней и т. д. представлены в DS1307 в двоично-десятичном формате, из-за чего отсутствует необходимость в дешифрации принимаемых от микросхемы данных.

Назначение регистров и их отдельных битов показано в табл. 3.

Некоторые регистры, помимо собственно значений счетчиков часов или календаря, содержат дополнительные управляющие биты или флаги состояния. Рассмотрим их подробнее.

Бит 7 регистра 00H (CH) управляет работой генератора часов. Если он

установлен в 1, генератор остановлен, в 0 — генератор работает. При первом включении микросхемы этот бит устанавливается в 1, выключая генератор. Это свойство используется управляющим микроконтроллером для определения условий включения часов. Если бит CH установлен в 1, значит это первое включение часов и микроконтроллер производит начальное конфигурирование микросхемы DS1307, обнуляет регистры значений счетчиков часов и календаря и запускает генератор сбросом этого бита в 0. Если же этот бит был установлен в 0, это значит, что пропало сетевое питание и микроконтроллеру достаточно начать считывание из соответствующих регистров.

Бит 6 регистра 02H устанавливает 12- или 24-часовой режим. Если он установлен в 1, включен 12-часовой режим и бит 5 этого же регистра переключается при переходе через полдень. Высокий уровень бита 5 регистра 02H говорит о послеполуденном времени (PM). Если бит сброшен в 0, то используется 24-часовой режим, и в этом режиме бит 5 регистра 02H вместе с битом 4 содержит информацию о десятках часов.

Таблица 3

Адрес	Бит 7	Бит 6	Бит 5		Бит 4	Бит 3	Бит 2	Бит 1	Бит 0
00H	CH	Десятки секунд				Единицы секунд			
01H	x	Десятки минут				Единицы минут			
02H	x	12/24	Десятки часов/флаг AM-PM		Десятки часов	Единицы часов			
03H	x	x	x		x	x	День недели (1—7)		
04H	x	x	Десятки дней				Единицы дней		
05H	—	—	Десятки месяца				Единицы месяцев		
06H	Десятки лет					Единицы лет			
07H	OUT	x	x		SQWE	x	x	RS1	RS0

Регистр управления (07H) содержит четыре управляющих бита.

Бит 0 (OUT) управляет логическим уровнем на выводе SQW/OUT в том случае, когда этот вывод не используется для вывода одной из четырех частот. Если этот бит установлен в 1, то и на выводе присутствует 1, если сброшен в 0, вывод SQW/OUT также установлен в 0.

Бит 4 (SQWE), как указывалось выше, разрешает или запрещает выдачу на вывод SQW/OUT одной из четырех частот, биты 1 и 0 управляют выбором частоты подаваемой на вывод SQW/OUT.

Описание принципов работы и протокола передачи данных по шине I²C выходит за рамки данной статьи. Заинтересовавшимся применением данной шины в собственных разработках можно порекомендовать обратиться к литературе [1, 2].

Принятый от DD1 байт микроконтроллером DD2 делится на тетрады и в соответствии с циклами динамической индикации выводится на индикаторы. Дешифратор DD3 преобразует двоично-десятичный код в код семи-сегментного индикатора, а ключи на транзисторах VT1—VT12 уменьшают нагрузку на выводы микросхем. Корректировку времени осуществляют кнопками SB1 и SB2 (часы и минуты соответственно).

Задающий генератор (рис. 3) DD1 построен так, что для его работы требуется подключение только кварцевого резонатора на частоту 32768 Гц. Частота его генерации, а значит и точность хода часов, в наибольшей степени зависят от частоты резонатора. Однако фирма-изготовитель напоминает о том, что на частоту генерации значительно влияет емкость кварцевого резонатора. Генератор DS1307 рассчитан на использование резонаторов с емкостью 12,5 пФ. Использование резонаторов с другой емкостью может привести к значительным отклонениям в точности хода. Например, применение резонатора с емкостью 6 пФ приведет к увеличению частоты генерации и как следствие к уходу часов примерно на 3...4 мин в месяц. Корректировку хода в данном случае можно выполнить, подключив дополнительный конденсатор параллельно резонатору. Также можно попробовать изменить ход подключением конденсаторов между выводами 1 и (или) 2 и общим проводом (параллельно внутренним конденсаторам C_{L1}, C_{L2}). Однако при добавлении навесных эле-

ментов следует учесть, что генератор имеет высокое входное сопротивление (примерно 1 ГОм) и очень чувствителен к наводкам. Поэтому настоятельно рекомендуется размещать кварцевый резонатор как можно ближе к выводам 1 и 2 DD1 и делать выводы резонатора и проводники, соединяющие его с DD1, как можно короче. В реально действующей конструкции наблюдалась, например, такая проблема. По периметру платы шла технологическая печатная дорожка, не связанная с какими-либо цепями. При прикосновении к ней пинцетом в районе DD1 генерация срывалась. Устранить этот эффект удалось соединением этой дорожки с общим проводом.

Более подробно о работе кварцевого генератора можно прочитать в [3].

Конструктивно часы собраны на двух печатных платах из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита. На плате размером 145×81 мм (рис. 4, рисунки печатных плат можно найти по адресу <http://www.dian.ru/programs/index.html> в архиве 2004_10_Malah) размещается основная часть устройства, включая трансформатор питания, предохранитель и батарею резервного питания для DD1. Рисунок печатных проводников со стороны деталей для основной платы показан на рис. 5, с противоположной — на рис. 6. Отверстия на плате, обведенные жирными кружками (рис. 5 и 6), используются для проволочных перемычек, соединяющих дорожки с обеих сторон платы.

На второй плате размером

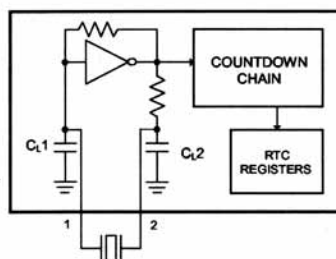


Рис. 3

145×50 мм (рис. 7) смонтированы индикаторы. Эта плата устанавливается перпендикулярно основной и соединяется с ней короткими отрезками медного провода.

Рисунок печатных проводников со стороны индикаторов для второй платы показан на рис. 8, с противоположной — на рис. 9.

При разработке часов использовались распространенные детали и при сборке данной конструкции не должно возникать проблем с их заменой. Можно использовать любые резисторы мощностью 0,125...0,25 Вт. Оксидные конденсаторы могут быть серии K50-35 или аналогичными импортными, остальные — K10-17, K10-7, KM-6 и т. п. В качестве транзисторов VT9—VT12 можно применить любые из серии KT315, а VT1—VT8 — любые из серии KT361. Импортную микросхему стабилизатора питания DA1 можно заменить на отечественный аналог KP142EH5.

Вместо указанного микроконтроллера типа PIC16F627 можно установить PIC16F628 (различие только в объеме памяти) без каких-либо изменений

схемы и программы. Для облегчения написания собственных подпрограмм, программно реализующих шину I²C, вместе со скомпилированным файлом прошивки clockI2C.hex на сайте журнала в упомянутом выше архиве опубликован и файл с исходным текстом clockI2C.asm.

При изготовлении печатной платы следует обязательно выполнить защитный контур, рекомендуемый фирмой изготовителем и охватывающий выводы 1, 2 микросхемы DD1, а также выводы кварцевого резонатора. При его отсутствии возможна нестабильная работа задающего генератора DD1 и неустойчивый ход часов. Также при отсутствии контура значительно вырастает чувствительность часов к внешним наводкам.

Устройство, собранное без ошибок в монтаже и из исправных деталей должно заработать сразу и не требует какой-либо регулировки.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Maxim. Complete Data Sheet. <http://pdfserv.maxim-ic.com/en/ds/DS1307.pdf>
2. Б. Ю. Семенов. Шина I²C в радиотехнических конструкциях. — М.: Солон-Р, 2002.
3. App Note 58: Crystal Considerations with Dallas Real-Time Clocks (RTCs). <http://pdfserv.maxim-ic.com/en/an/app58.pdf>

Сергей Малахов,
г. С.-Петербург