

Устройства на микроконтроллерах ATiny2313: кодовый замок и таймер

Сергей Шишкин (Нижегородская обл.)

В данной статье представлено устройство, выполненное на базе микроконтроллеров ATiny2313. Устройство реализует функции кодового замка и таймера. Автор достаточно подробно поясняет алгоритм работы устройства, схемотехнику, приводит с комментариями программное обеспечение.

Программные и аппаратные ресурсы микроконтроллера ATiny2313 позволяют разрабатывать на их базе самые различные устройства. Если для реализации заданных функций разрабатываемого устройства программных и аппаратных ресурсов данного микроконтроллера всё же не хватает, то разработчик может или применить более мощный микроконтроллер, или задействовать необходимое количество корпусов ATiny2313 и по возможности минимизировать в схеме количество других компонентов. Принципиальная схема устройства, в котором применено два микроконтроллера ATiny2313, представлена на рисунке.

Устройство совмещает функции кодового замка и таймера. На принципиальной схеме нетрудно выделить две составные части. На микроконтроллере DD1 собран кодовый замок, на микроконтроллере DD2 – таймер. Галетный переключатель SA1 подключает клавиатуру (кнопки S1 – S8) либо к микроконтроллеру DD1, либо к DD2.

Рассмотрим сначала алгоритм работы таймера. Для подключения клавиатуры к микроконтроллеру DD2 необходимо галетный переключатель SA1 установить в положение «2». Элементы управления таймера: переключатель S9, кнопки S1 – S3 и блок индикации (дисплей) из трёх цифровых семисегментных индикаторов HG3, HG5, HG7.

В таймере предусмотрено два режима обратного отсчёта времени в диапазоне от 999 до 0: режим отсчёта минут и режим отсчёта секунд. Установка режима работы осуществляется переключателем S9 (соответственно «мин» или «сек»).

Канал управления нагрузкой собран на твердотельном реле DA1. Нагрузка подключается к соединителю X2. Канал управляется с вывода 11 микро-

контроллера DD2. Соответственно пьезоэлектрический излучатель BA1 включается с вывода 8, переключатель режима подключен к выводу 9. С порта PB микроконтроллер DD2 управляет клавиатурой (кнопки S1 – S3) и динамической индикацией. Динамическая индикация собрана на транзисторах VT3, VT5, VT7 и цифровых семисегментных индикаторах HG3, HG5, HG7. Резисторы R5 – R12 токоограничительные, для сегментов индикаторов HG3, HG5, HG7. Коды для включения вышеуказанных индикаторов при функционировании динамической индикации поступают на вход PB микроконтроллера DD2. Для функционирования клавиатуры задействован вывод 7 микроконтроллера DD2. Предусмотрена подача звукового сигнала длительностью 60 с в момент окончания отсчёта заданного времени. Рабочая частота микроконтроллера задаётся генератором с внешним резонатором ZQ2 на 10 МГц. Цифровая часть принципиальной схемы таймера гальванически развязана от сети.

Кнопки клавиатуры имеют следующее назначение (SA1 установлен в положение «2»):

- S1 (Δ) – увеличение на единицу значения при установке времени в минутах (секундах), при удержании данной кнопки в нажатом состоянии более 5 с значение времени, индицируемое на дисплее, увеличивается на 5 единиц за 1 с;
- S2 (V) – уменьшение на единицу значения при установке времени в минутах (секундах), при удержании данной кнопки в нажатом состоянии более 5 с значение времени, индицируемое на дисплее, уменьшается на 5 единиц за 1 с;
- S3 (C) – кнопка включения/выключения обратного отсчёта времени, с нажатием данной кнопки начинает-

ся работа таймера – идёт обратный отсчет заданного времени, включается твердотельное реле DA1 (соответственно лампочка H1).

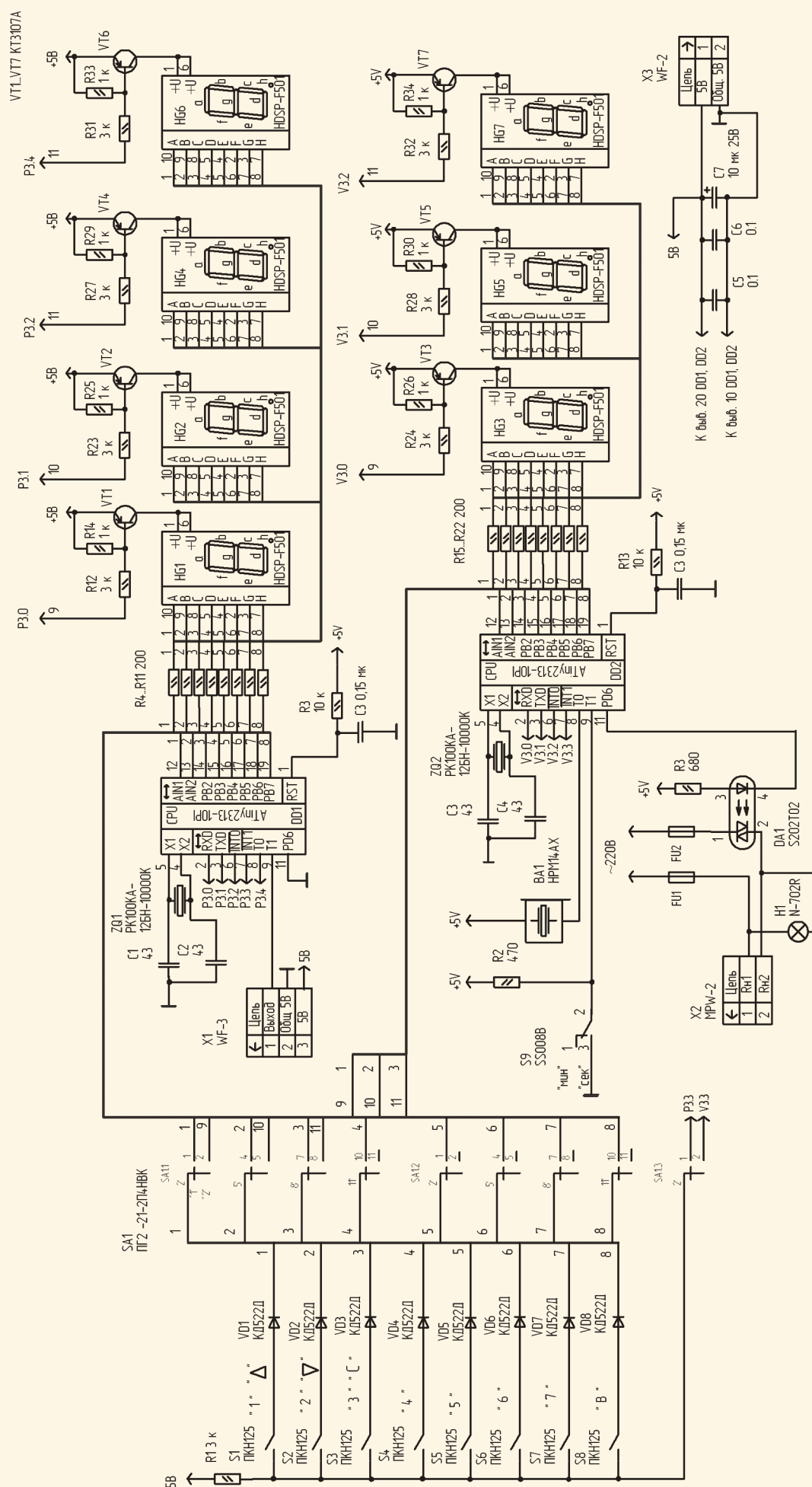
Кнопки S4 – S8 клавиатуры в данном случае не задействованы и поэтому отключены от микроконтроллера DD2.

Разряды индикации интерфейса имеют следующее назначение:

- 1-й разряд (индикатор HG7) отображает единицы минут (единицы секунд);
- 2-й разряд (индикатор HG5) отображает десятки минут (десятки секунд);
- 3-й разряд (индикатор HG3) отображает сотни минут (сотни секунд).

Сразу после подачи питания на выводе 1 микроконтроллера DD2 через RC-цепь (резистор R13, конденсатор C3) формируется сигнал системного аппаратного сброса микроконтроллера DD2. Инициализируются регистры, счётчики, стек, таймер T/C1, сторожевой таймер, порты ввода/вывода. Назначение флагов в регистрах f0 и f01 приведено в программе. При инициализации пьезоэлектрический излучатель BA1 и твердотельное реле DA1 отключены. На индикаторах HG1 – HG3 индицируются нули. Точка h индикатора HG3 включена.

Для перевода устройства в рабочий режим необходимо кнопками S1 и S2 установить необходимый интервал времени, а переключателем S9 выбрать режим работы. При установке времени в таймере запрещается отсчёт текущего времени. Далее необходимо нажать на кнопку S3, при этом на выводе 11 микроконтроллера установится лог. 0 и включится лампочка H1, а реле DA1 подключит нагрузку в сеть. Установленное время заносится в память микроконтроллера DD2. Задаваемое время от 1 до 999 мин с дискретностью задания 1 мин (1 с). Время, индицируемое на индикаторах HG3, HG5, HG7, декрементируется с каждой минутой (секундой). В режиме обратного отсчёта минут точка h индикатора HG7 периодически мигает с периодом 1 с. Если необходимо изменить заданное время, надо нажать на кнопку S3, при этом выключится лампочка H1 и реле DA1, которое отключит нагрузку от се-



ти. Потом кнопками S1 и S2 следует установить необходимый интервал времени и нажать на кнопку S3.

Листинг с программным обеспечением представлен в дополнительных материалах к статье на сайте журнала. Программное обеспечение микроконтроллера DD2 полностью обеспечивает реализацию алгоритма работы таймера. Задача формирования точных временных интервалов длительностью 1 с решена с помощью прерываний от таймера T/C1 и счётчика на регистре R25. Счётчик на регистре R21 формирует один интервал в минуту. Таймер T/C1 формирует запрос на прерывание примерно через каждые 3900 мкс. Счётчики на данных регистрах подсчитывают количество прерываний, через каждую минуту устанавливается флаг (PUSK), и текущее время декрементируется.

Интервал 3900 мкс для таймера T/C1 выбран неслучайно. Через каждые 3900 мкс происходит отображение разрядов в динамической индикации устройства.

Программа состоит из трёх основных частей: инициализации, основной программы, работающей в замкнутом цикле, и подпрограммы обработки прерывания от таймера T/C1 (соответственно метки INIT, SE1, TIM0).

В основной программе происходит инкремент, декремент заданного значения времени. В подпрограмме обработки прерывания осуществляется счёт одной секунды, опрос клавиатуры, включение световых и звуковых сигналов и перекодировка двоичного числа значений времени в код для отображения информации на семисегментных индикаторах.

В памяти данных микроконтроллера в адресах с \$060 по \$062 организован буфер отображения для динамической индикации. При нажатии на кнопку S1 текущее значение времени на дисплее увеличивается на единицу и устанавливается флаг, разрешающий увеличивать текущее значение времени, индицируемого на дисплее. Одновременно запускается счётчик, выполненный на R1 и формирующий интервал 5 с. Если кнопка удерживается более 5 с, значение времени, индицируемое на дисплее, увеличивается на 5 единиц за 1 с. Интервал времени, в течение которого происходит увеличение времени, организован на регистре R0. При отпускании кнопки S1 все вышеуказанные счётчики обнуляются. Аналогичным

образом организована работа кнопки S2 для уменьшения текущего значения времени, индицируемого на дисплее. При нажатии на кнопку S2 текущее значение времени на дисплее уменьшается на единицу. Если кнопка удерживается более чем на 5 с, значение времени, индицируемое на дисплее, уменьшается на 5 единиц за 1 с. Счётчики приведённого алгоритма для кнопки S2 организованы соответственно на регистрах R3 и R2.

На R22 организован регистр знака-места. При инициализации в R1 загружается число 1. В Y-регистр загружается начальный адрес буфера отображения \$060. При этом на дисплее будет включен разряд «единицы минут» («единицы секунд»). При каждом обращении к подпрограмме обработки прерывания содержимое регистра R22 сдвигается влево на один разряд, а Y-регистр инкрементируется. Понятно, что как только 1 будет в третьем разряде регистра R22, все разряды будут выбраны, при этом опять в R22 нужно загрузить единицу, а в Y-регистр – начальный адрес буфера отображения.

В процессе обработки подпрограммы прерывания происходит опрос клавиатуры. Младшая тетрада выводимого при этом в порт В микроконтроллера байта для клавиатуры представляет собой код «бегущий ноль». После записи данного байта в порт В микроконтроллер DD2 анализирует сигнал на входе 7 (PD.3). В рамках вышеуказанной подпрограммы, при любой нажатой кнопке на входе 7 микроконтроллера присутствует лог. 0. Таким образом, каждая кнопка клавиатуры «привязана» к «своему» разряду в младшей тетраде байта данных, выводимого в порт В микроконтроллера для опроса клавиатуры.

Рассмотрим алгоритм работы кодового замка. Для подключения клавиатуры к микроконтроллеру DD1 необходимо галетный переключатель SA1 установить в положение «1». В рабочем режиме, сразу после подачи питания, на дисплее индицируется число 0000. Микроконтроллер DD1 ждёт ввода четырёхразрядного кода. Вводимый с клавиатуры код микроконтроллер индицирует на дисплее и записывает в ОЗУ. После ввода четвёртого разряда четырёхразрядного кода микроконтроллер побайтно сравнивает его с четырёхразрядным кодом, записанным в памяти программ микроконтроллера (будем называть этот код эталонным).

Если вводимый код совпал с эталонным кодом, микроконтроллер DD1 подаёт сигнал на включение механизма открывания замка уровнем сигнала лог. 0 длительностью 5 с на выводе 9. Через 5 с микроконтроллер выключает механизм открывания замка и обнуляет дисплей. Если вводимый код не совпал с эталонным кодом, то микроконтроллер после ввода четвёртого разряда четырёхразрядного кода сразу обнуляет дисплей.

Элементы управления замка включают в себя: дисплей на цифровых семисегментных индикаторах HG1, HG2, HG4, HG6 и кнопки S1 – S8. Кнопки S1 – S7 обозначены цифрами от «1» до «7». Данные кнопки задают код ввода. На четырёхразрядном дисплее отображается вводимый код. Если необходимо подать постоянный сигнал на включение механизма открывания (отпирания) замка, то сразу после ввода эталонного кода в течение 5 с необходимо нажать на кнопку S8. Если необходимо закрыть замок, то снова нужно нажать на S8.

Замок выполнен на микроконтроллере DD1, рабочая частота которого задаётся генератором с внешним резонатором ZQ1 на 10 000 МГц. Порт PD микроконтроллера DD1 управляет динамической индикацией. Динамическая индикация собрана на транзисторах VT1, VT2, VT4, VT6 и цифровых семисегментных индикаторах HG1, HG2, HG4, HG6. Коды для включения индикаторов при функционировании динамической индикации поступают в порт PB микроконтроллера DD1. Для функционирования клавиатуры задействован вывод 7 (PD3) микроконтроллера DD1. Сразу после подачи питания на выводе 1 микроконтроллера DD1 через RC-цепь (резистор R3, конденсатор C3) формируется сигнал системного аппаратного сброса для микроконтроллера DD1. На дисплее индицируется код 0000.

Желательно, чтобы доступ к кнопке S8 был ограничен. Если нет необходимости в визуальном контроле на дисплее набираемого кода, то индикаторы HG1, HG2, HG4, HG6, транзисторы VT1, VT2, VT4, VT6 и резисторы R4 – R11 вообще можно исключить.

Программное обеспечение микроконтроллеров было разработано в среде AVR Studio. В программах используются два прерывания: Reset и прерывание таймера T0, обработчик которого начинается с метки TIM0. При перехо-

де на метку Reset инициализируются стек, таймер, порты, а также флаги и переменные, используемые в программах. В программе для замка в обработчике прерывания таймера T0 осуществляется: процедура опроса кнопок S1 – S8, функционирование динамической индикации, перекодировка двоичного числа в код для отображения информации на семисегментных индикаторах устройства, а также временной интервал длительностью 5 с, необходимый для включения исполнительного устройства. В ОЗУ микроконтроллера DD1 в адресах с \$60 по \$64 организован буфер отображения для динамической индикации. (RAM = \$60 – начальный адрес буфера отображения.) Флаги, действовавшие в программе, находятся в регистрах R19 (f0) и R25 (f01).

Программно-аппаратные модели замка и таймера отличаются незначительно. Если разобраться в одной, то разобраться в другой не составит труда. Разработанная программа для замка на ассемблере занимает всего порядка 0,7 Кб памяти программ микроконтроллера, для таймера – 0,5 Кб.

Таймер и замок собраны фактически из одних и тех же элементов. Микроконтроллеры DD1, DD2 типа ATiny2313-10PI. Можно применить микроконтроллер AT90S2313, но тогда в программе в директиве INCLUDE нужно вставить «2313def.inc».

В изделии применены резисторы типа С2-33Н, но подойдут любые другие с такой же мощностью рассеивания и точностью 5%. Конденсаторы С1 – С6 типа К10-17а, С5 типа К50-35. Соединители Х1 типа WF-3 (ответная часть – розетка НУ-3). Соединители Х2 типа MPW-2 (ответная часть PHU-2). Соединитель Х3 типа WF-2 (ответная часть – розетка НУ-2). Конденсатор С5 устанавливается между цепью +5 В и общим проводником микроконтроллера DD1. Конденсатор С6 устанавливается между цепью +5 В и общим проводником микроконтроллера DD2.

Индикаторы НГ1 – НГ7 типа HDSP-F501 зелёного цвета. Движковый переключатель S9 типа SS008B (каталог TME Electronic Components). Номинальный ток предохранителей FU1 и FU2 1,1А, тип ВП1-1,1А (1,1А/250В). Держатели плавких вставок типа ДВП4-1в. Номинальный ток предохранителя выбирается исходя из номинального тока подключаемой нагрузки. Индикаторная лампа Н1 типа N-702R. Её можно заменить на любую

другую с рабочим напряжением 220 В, например, на неоновую лампу N-706R или N-702R. Переключатель галетный SA1 типа ПГ2-21-2П4НВК (на два положения и четыре направления). Кнопки S1 – S8 типа ПКН125. Питающее напряжение +5 В поступает на устройство с соединителя Х3. Потребление тока по каналу напряжения +5 В не более 200 мА. Конденсатор С7 фильтрует пульсации в цепи питания +5 В. Блокировочный конденсатор С5 стоит в цепи питания микроконтроллера DD1, соответственно, блокиро-

вочный конденсатор С6 стоит в цепи питания микроконтроллера DD2.

Устройство не требует никакой настройки и наладки, при правильном монтаже замок и таймер начинают работать сразу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баранов В.Н. Применение микроконтроллеров AVR: схемы, алгоритмы, программы. 2-е изд. испр. М.: Додека-XXI, 2006.
2. Белов А.В. Создаём устройства на микроконтроллерах. СПб.: Наука и техника, 2007.

