Умный дом на микроконтроллерах ATMEL

Сергей Шишкин (г. Саров, Нижегородская обл.)

В статье представлены три независимые системы умного дома: обогрева, имитации присутствия и охраны. Приводится схемотехника каждой из систем, подробные комментарии к программному обеспечению микроконтроллеров ATMEL.

Умный дом – жилой дом современного типа, в котором для удобного и комфортного проживания людей запроектировано использование высокотехнологичных автоматизированных систем. Умный дом представляет собой единую систему, которая обеспечивает безопасность, комфорт и ресурсосбережение. В простейшем случае эта система должна уметь распознавать некоторые события и соответствующим образом на них реагировать. Фактически – это наиболее прогрессивная концепция взаимодействия человека с жилым пространством, суть которой заключается в автоматической подстройке всех инженерных систем и электроприборов дома к изменяющимся внешним условиям и потребностям обитателей. Причём «глубину интеллекта» умного дома может задавать (ограничивать) пользователь. Можно, конечно, и в стиральную машину каждый день закачивать из Интернета новые программы стирки, однако вряд ли подобное стоит считать обязательным условием.

Система управления умного дома обеспечивает согласованную работу всех инженерных систем в доме, которые как минимум не должны мешать друг другу. Но для того чтобы сделать свою жизнь комфортной и безопасной, совсем не обязательно одновременно перестраивать в доме или в квартире всё. Можно постепенно добавлять все необходимые системы, и шаг за шагом приближаться к своей мечте.

В статье описаны три независимые системы, являющиеся составными частями умного дома: отопление, система имитации присутствия и охрана.

Система отопления

Система управления отоплением позволяет автоматически поддерживать заданные температурные режимы в дневное и ночное время. Экономия электроэнергии осуществляется за счёт автоматического понижения поддерживаемой температуры в помещении в ночное время.

Сформулируем основные требования к системе отопления:

- система должна автоматически поддерживать различные заданные значения температуры в двух интервалах времени (дневном и ночном) длительностью от 1 мин до 24 ч каждый;
- система должна работать в режиме реального времени;
- в качестве источника тепла применяется мощная тепловая пушка (в данном конкретном случае).

Функциональная схема системы отопления представлена на рисунке 1.

Основные функциональные узлы: измеритель-регулятор A1 (далее – терморегулятор); плата контроллера A1; нагреватель A3. Нагреватель состоит из силового симисторного блока A3.1 и тепловой пушки, в состав которой входят электронагреватель A3.2 и вентилятор A3.3. Временна́я диаграмма, поясняющая алгоритм работы системы, представлена на рисунке 2.

Функцию поддержания заданных температур в системе выполняет терморегулятор ТРМ202 фирмы «ОВЕН». В данном терморегуляторе имеются два независимых канала измерения и поддержания заданной температуры 1 и 2. Заданные температуры (дневная и ночная) и другие параметры каналов программируются заранее. Выходные сигналы терморегулятора поступают на плату контроллера A2. Выходные сигналы платы контроллера обеспечивают управление нагревателем. На плате контроллера имеется таймер, который функционирует в режиме реального времени. До момента времени $t1$ (см. рис. 2) система поддерживает температуру, заданную в канале № 1 терморегулятора (дневная температура). С момента времени $t1$ до момента времени $t2$ система поддерживает температуру, заданную в канале № 2 терморегулятора (ночная температура). Интервал поддержания ночной температуры ($\Delta t = t2 - t1$) программируется.

Во избежание нагрева корпуса и выхода из строя находящихся на нём элементов управления у мощных тепловых пушек при выключении необходимо сначала выключить электронагреватель, а потом, с некоторой задержкой, вентилятор. После выключения электронагревателя производится его обдув до тех пор, пока температура на выходе тепловой пушки не достигнет комнатной (если тепловая пушка эксплуатируется в помещении с ком-

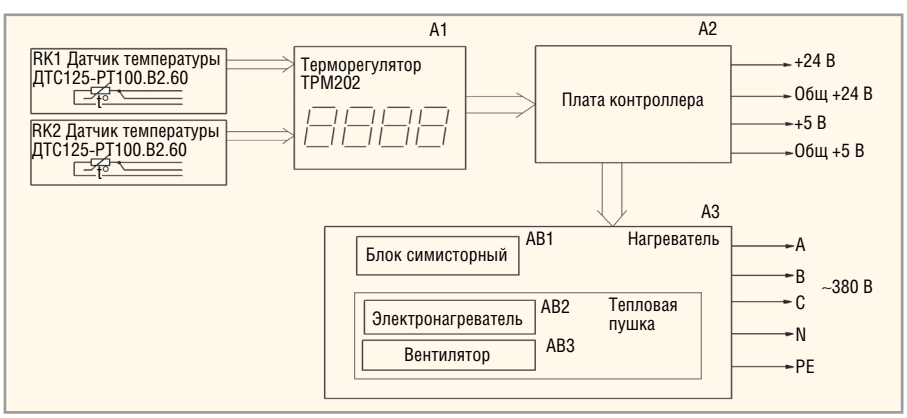

Рис. 1. Функциональная схема системы отопления

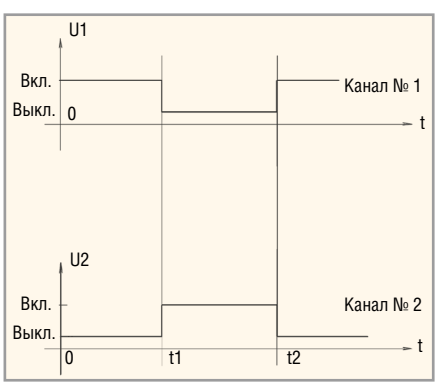

Рис. 2. Временна́я диаграмма, поясняющая алгоритм работы системы отопления

натной температурой). Очевидно, что требуемая длительность задержки $\Delta t1$ зависит от технических характеристик тепловой пушки (мощность, производительность, габаритные размеры). Эту функцию реализует плата контроллера, причём длительность задержки может регулироваться пользователем.

Перечислим основные временны́е функции платы контроллера:

- отсчёт текущего реального времени, его индикация в 24-часовом формате в режимах часы–минуты и минуты–секунды;
- установка текущего времени;
- установка времени включения $t1$ и $t2$;
- установка задержки $\Delta t1$ выключения вентилятора.

Если текущее время совпало с установленными значениями $t1$ и $t2$, то на 10 с включается звуковая сигнализация с частотой повторения 1 Гц.

У платы контроллера можно выделить шесть режимов работы:

1) режим № 1 («часы 1») – отсчёт и индикация текущего времени (минуты и секунды);

2) режим № 2 («часы 2») – отсчёт и индикация текущего времени (часы и минуты);

3) режим № 3 («время 1») – задание и индикация времени $t1$ (начало интервала поддержания ночной температуры);

4) режим № 4 («время 2») – задание и индикация времени $t2$ (конец интервала поддержания ночной температуры);

5) режим № 5 («задержка») – задание и индикация задержки $\Delta t1$ (временна́я задержка выключения вентилятора после выключения нагревателя);

6) режим № 6 («контроль задержки») – контроль срабатывания задержки выключения вентилятора. На индикаторе с нулевого значения начинается отсчёт времени задержки, а при достижении заданного времени происходит выключение вентилятора тепловой пушки, после чего дисплей обнуляется.

Принципиальная схема системы приведена на рисунке 3. Органами управления системы являются интерфейсы собственно терморегулятора и платы контроллера. Фотография лицевой панели терморегулятора ТРМ202 приведена на рисунке 4. Принципиальная схема нагревателя представлена на рисунке 5.

Терморегулятор А1 подключается к плате контроллера А2 через жгут 1, а нагреватель – при помощи жгута 2.

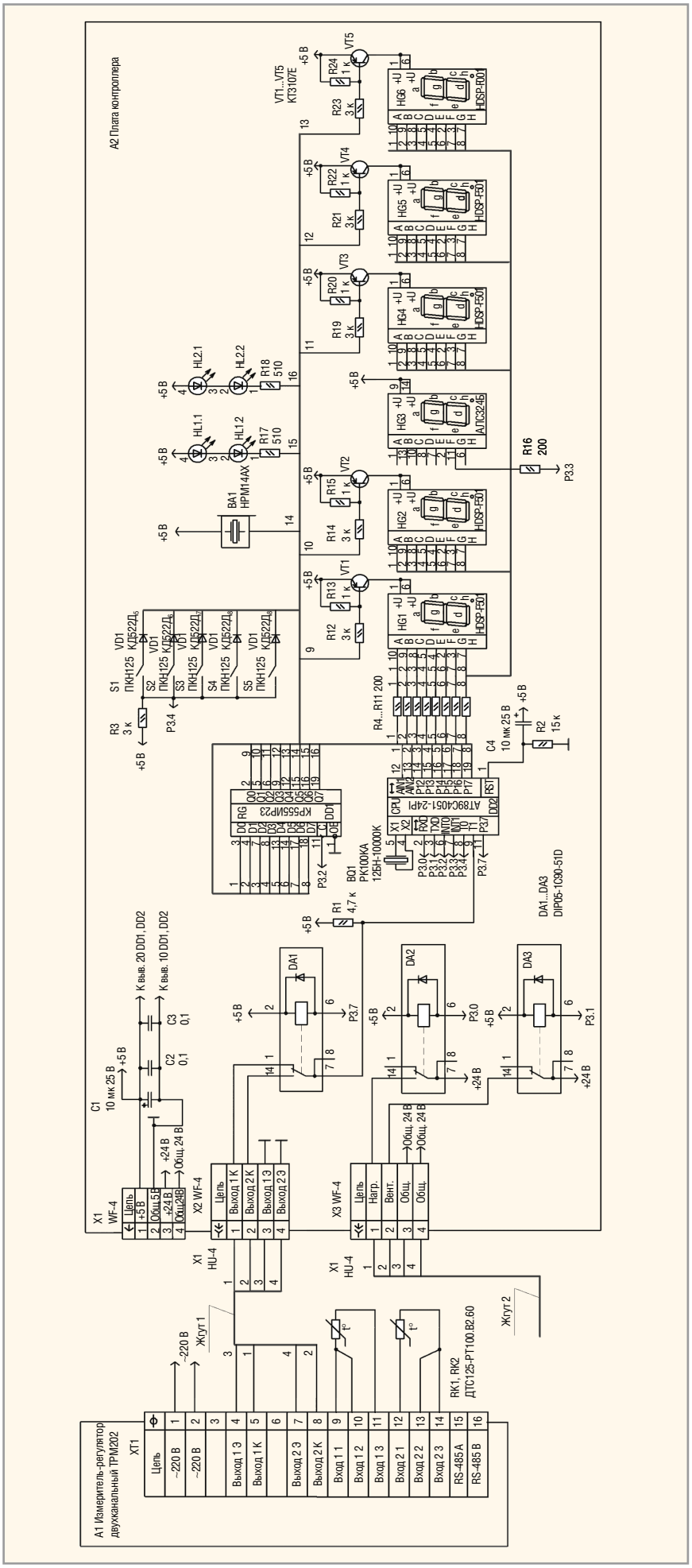

Рис. 3. Принципиальная схема системы отопления

Рис. 4. Лицевая панель терморегулятора ТРМ202

Сетевое трёхфазное напряжение 380 В поступает на нагреватель через соединитель X1 типа 2РТТ36Б5Ш18-В.

Основные функции терморегулятора ТРМ202:

- измерение температуры и других параметров (давления, влажности, расхода) в двух различных точках с помощью стандартных датчиков;
- независимое регулирование двух измеряемых величин по двухпозиционному закону;
- регулирование одной измеряемой величины по трёхпозиционному закону;
- вычисление и регулирование разности двух измеряемых величин ($\Delta T = T1 - T2$);
- диагностика обрывов линии подключения входных сигналов;
- сохранение параметров регулятора в энергонезависимой памяти при отключении напряжения питания;
- защита параметров прибора от несанкционированного воздействия путём ввода пароля.

Терморегулятор зарегистрирован в Госреестре средств измерений. Прибор имеет множество различных настроек.

Интерфейс платы контроллера включает в себя клавиатуру (кнопки S1...S5), световые полосы HL1...HL2 и блок индикации (дисплей) из шести цифровых семисегментных индикаторов HG1...HG6.

Кнопки клавиатуры имеют следующие назначения:

- S1 (Р) – циклический перебор режимов работы часов: «часы 1», «часы 2», «время 1», «время 2», «задержка», «контроль задержки» (номер режима отображается индикатором HG6);
- S2 (Δ) – увеличение на единицу значения каждого разряда при установке времени в режимах: «часы 2», «время 1», «время 2», «задержка», «контроль задержки»;
- S3 (В) – циклическое переключение изменяемых разрядов при установке текущего значения времени в режимах: «часы 2», «время 1», «время 2», «задержка», «контроль задержки».

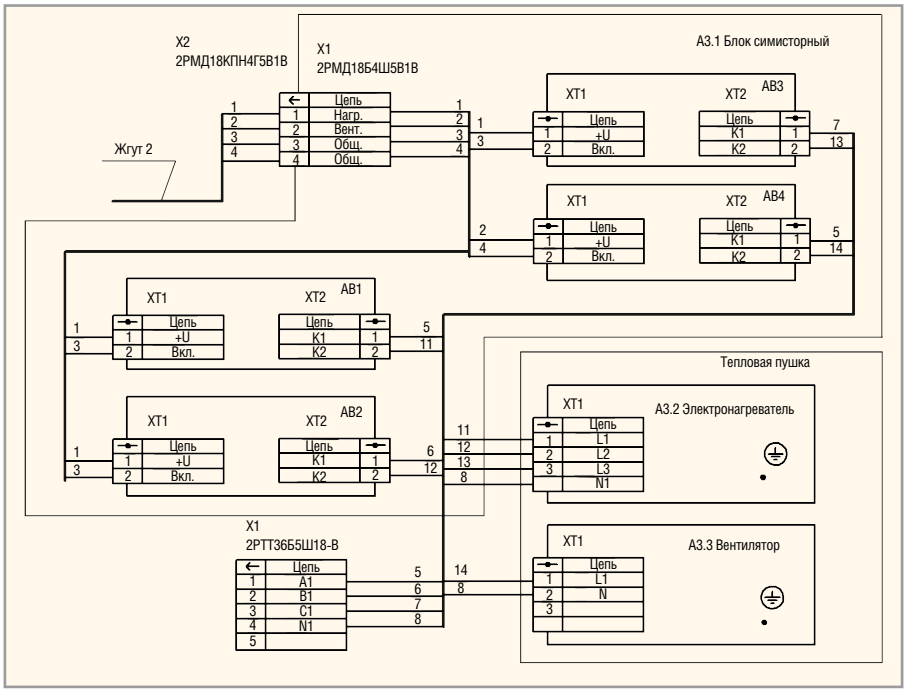

Рис. 5. Принципиальная схема нагревателя

В выбранном разряде начинает светиться десятичная точка (сегмент *h*);

- S4 (С) – кнопка пуск/стоп. Нажатием этой кнопки разрешается/запрещается отсчёт времени;
- S5 (К) – кнопка выбора каналов температуры (№ 1 или № 2) терморегулятора А1, подключаемых к микроконтроллеру DD2. Выбранный канал индицируется свечением шкального индикатора HL1 и HL2 соответственно.

В режимах «часы 2», «время 1» и «время 2» индикаторы HG5 и HG4 отображают единицы и десятки минут, HG2 и HG1 – единицы и десятки часов, а в режимах «часы 1», «задержка» и «контроль задержки» – единицы и десятки секунд и единицы и десятки минут соответственно. Во всех режимах на индикаторе HG3 с периодичностью 1 с мигает сегмент *g*.

Сразу после подачи питания устройство переходит в режим работы «часы 1», отсчёт текущего времени запрещается. Отсчёт текущего времени разрешается только после нажатия на кнопку S4 (С) (пуск/стоп). Установка параметров производится следующим образом: нажатиями на кнопку S1 производится выбор нужного режима, а затем с помощью остальных кнопок устанавливаются нужные значения.

Например, в режиме «часы 2» при первом нажатии на кнопку S3 для установки нужного значения выбирается разряд «единицы минут» (точка *h* включена у индикатора HG5). Значение разряда устанавливается кнопкой S2. При следующем нажатии на S3 выбирается разряд «десятки минут» (индикатор HG4) и т.д. После установки значения разряда «десятки часов» (индикатор HG2) нажатием на кнопку S4 разрешается отсчёт времени.

Рассмотрим основные функциональные узлы системы. Основой устройства служит микроконтроллер (МК) DD2. Рабочая частота, равная 10 МГц, задаётся внешним резонатором ZQ1. Звуковые сигналы формируются пьезоэлектрическим излучателем BA1, управляемым выводом 15 регистра DD1. Сигнал с выхода 13 МК через резистор R16 периодически (с периодом 1 с) включает сегмент *g* индикатора HG3. Резисторы R17 и R18 ограничивают ток в шкальных индикаторах HL1 и HL2. Выходные сигналы каналов № 1 и № 2 терморегулятора А1 подключаются к выводу 9 МК DD2 через контакты реле DA1 (в корпусе DIP). Само реле управляется сигналом с вывода 11 МК. Управление нагревателем и вентилятором осуществляется соответственно реле DA2 и DA3, которые включаются сигналами с выводов 2 и 3 МК DD2. Для уменьшения количества задействованных выводов микроконтроллера дисплей выполнен по динамической схеме на регистре DD1, транзисторах VT1...VT5 и цифровых семисегментных индикаторах HG1...HG2 и HG4...HG6. Коды для включения вышеуказанных индикаторов при функционировании динамической индикации посту-

пают на вход P1 МК DD2. Цифровая часть устройства гальванически развязана от сети и от напряжения управления нагревателем и вентилятором +24 В.

Алгоритм работы системы обогрева следующий. После подачи напряжения питания пользователь задаёт следующие параметры: в терморегуляторе A1 – значения уставок температур для каналов № 1 и № 2; в контроллере – время $t1$ и $t2$ для моментов переключения из ночного режима в дневной и обратно, а также время задержки выключения вентилятора $\Delta t1$.

Допустим, что для канала № 1 терморегулятора задано значение температуры, равное $T1$ (дневная температура), а для канала № 2 – соответственно $T2$ (ночная температура). Предположим, мы включаем систему в дневное время и текущая температура меньше T1. После нажатия на кнопку S4 (C) (пуск/стоп) лог. 0 с вывода 5 клеммной колодки XT1 терморегулятора поступает через жгут 1 и контакт 1 соединителя X2 через замкнутые контакты 1 и 7 реле DA1 на вывод 9 МК DD2. На выводе 11 МК присутствует лог. 1. При этом МК DD2 выставляет лог. 0 на выводы 2 и 3. Включаются, соответственно, реле DA2 и DA3. Через замкнутые контакты 7 и 4 этих реле напряжение +24 В поступает через соединитель X3 и жгут 2 на соединитель X1 нагревателя. В тепловой пушке одновременно включаются электронагреватель и вентилятор. Как только текущая температура достигнет заданного значения, выходная оптопара канала № 1 терморегулятора закрывается. Лог. 1 с вывода 5 клеммной колодки XT1 терморегулятора поступает на вход 9 МК DD2, и МК выставляет лог. 1 на вывод 2 и, с задержкой в $\Delta t1$, лог. 1 на вывод 3. Таким образом, сначала в тепловой пушке выключается электронагреватель и с задержкой $\Delta t1$ – вентилятор. Подобные циклы включения и выключения тепловой пушки будут поддерживать температуру в помещении, равную заданной уставке $T1$. Пусть текущее время стало равным значению $t1$ (начало ночного интервала времени). Тогда МК DD2 устанавливает лог. 0 на выводе 11, включая реле DA1. В реле замыкаются контакты 7 и 14. Далее на вывод 9 МК DD1 поступает сигнал с вывода 8 клеммной колодки XT1 терморегулятора, то есть подключается канал № 2 терморегулятора. Теперь тепловая пушка будет поддерживать в помещении температуру, равную заданной уставке $T2$. При достижении текущим временем значения $t2$ (конец ночного интервала времени) МК DD1 установит лог. 1 на выводе 11, отключая реле DA1, вновь подключая к МК канал № 1 терморегулятора (переключение в дневной режим).

Питающее напряжение поступает на плату контроллера с соединителя X1. Конденсатор C1 фильтрует пульсации в цепи питания +5 В. Сразу после подачи питания на выводе 1 МК DD1 через RC-цепь (резистор R2, конденсатор C4) формируется сигнал системного аппаратного сброса МК DD2, по окончании которого производится инициализация программы, в которой задаются параметры работы динамической индикации, начинается отсчёт текущего времени и разрешается работа устройства по приведённому выше алгоритму.

Программа состоит из трёх основных частей: процедуры инициализации, основной программы, работающей в замкнутом цикле, и подпрограммы обработки прерывания от таймера TF0.

Функциями основной программы являются счёт текущего времени, установка текущего времени и времён $t1$, $t2$ и Δt, а также сравнение текущего времени с $t1$ и $t2$, включение звукового сигнала и преобразование двоичного кода значений в код для семисегментных индикаторов. Буфер отображения для динамической индикации организован в памяти данных МК по адресам с 30H по 4DH. Каждый байт из функциональной группы буфера отображения в подпрограмме обработки прерывания таймера TF0 выводится в порт P1 МК DD1. Номер группы или режим работы записан в регистре R2. В процессе обработки подпрограммы прерывания производится опрос клавиатуры. Нажатием кнопки S1 инкрементируется регистр R2 и тем самым циклически выбирается один из шести режимов работ. При нажатии на кнопку S2 устанавливается флажок, разрешающий инкрементировать разряд, выбранный кнопкой S3.

Основная задача «часовой части» программы – формирование точных временны́х интервалов длительностью 1 с – решена с помощью прерываний от таймера TF0 и счётчиков на регистрах R4 и R5. Таймер TF0 формирует запрос на прерывание через каждые 80 мкс. Счётчики подсчитывают количество прерываний и, как только количество прерываний станет равным определённому числу, устанавливается флажок, по которому в основной программе инкрементируется ячейка памяти МК, где хранятся значения единиц секунд.

По своему функциональному назначению адресное пространство буфера отображения можно условно разбить на шесть функциональных групп (см. табл. 1).

В каждом конкретном режиме в регистр R0 записываются адреса соответствующей группы ячеек памяти (метки TEMO0, TEMO1, TEMO2, TEMO3, TEMO4 и TEMO5). Каждый байт из функциональной группы в подпрограмме обработки прерывания таймера TF0 (метка OT) после перекодировки циклически выводится в порт P1 МК. Для включения индикаторов HG1, HG2 и HG4...HG6 необходимо установить лог. 0 на выводах 2, 5, 6, 9 и 12 регистра DD1 соответственно. Так, например, для того чтобы в режиме «часы 1» на индикаторе HG6 индицировалась «1», необходимо двоично-десятичное число, расположенное по адресу 30H, перекодировать, вывести в порт P1 МК и записать лог. 0 в пятый разряд регистра DD1 (вывод 12). Динамическая индикация организовывается циклическим перебором адресов с последовательным выводом перекодированных значений ячеек памяти в порт P1 и лог. 0 в соответствующие разряды DD1. Счётчик разрядов реализован в регистре R1.

При инициализации в R0 загружается адрес 30H (режим «часы 1»), а в R1 – число 1. В памяти данных в ячейке с адресом 20H находится байт, который управляет разрядами динамической индикации и внешними исполнительными устройствами – пьезоэлектрическим излучателем BA1 и световыми полосами HL1 и HL2. Данный байт записывается в регистр DD1 сразу после записи перекодированного байта из функциональной группы в порт P1 МК DD2 и представляет собой код «бегущий нуль» для включения знакомест (разрядов) динамической индикации. Длительность такта динамической индикации ≈3,328 мс. С этой периодичностью производится увеличение содержимого регистров R0 и R1.

В подпрограмме обработки прерывания таймера TF0 содержатся и процедуры для динамической индикации. Сразу после подачи питания при инициализации во все разряды порта P3 МК DD2 записываются лог. 1. Разработанная программа на Ассемблере занимает в памяти программ около 1,3 килобайт.

На плате контроллера использованы резисторы С2-33Н-0.125, но подойдут и любые другие с такой же мощностью рассеивания и точностью 5%. Конденсаторы C1 и C4 – К50-35 или аналогичные. Конденсаторы C2 и C3 – типа К10-17-Н90-0.1 мкФ. Для разряда HG6, отображающего номер режима работы дисплея, выбран семисегментный индикатор красного цвета HDSP-F001 (подойдёт HDSP-F151), в то время как для индикаторов HG, HG2, HG4 и HG5 выбраны HDSP-F501 с зелёным цветом свечения. Индикатор HG4, в котором используется только сегмент *g* (для индикации секунд) – АЛС324Б, вместо него можно применить индикаторы типа HDSP-F507 или HDSP-F157. Световые полосы HL1 и HL2 – KB-2300EW с красным цветом свечения. Соединители X1...X3 – типа WF-4 (вилки), ответные части – HU-4 (розетки).

В качестве датчиков температуры для терморегулятора использованы термопреобразователи сопротивления типа ДТС125-PT100.B2.60. Более подробно информация о терморегуляторах и датчиках температуры изложена в литературе [2]. В тепловой пушке применён электронагреватель A3.2 типа LHS PREMIUM 60L 5 кВт 3 × 380 В, вентилятор A3.3 типа ACO 550 Вт 1 × 220 В с конденсатором. Технические характеристики электронагревателя и вентилятора представлены в литературе [3]. В симисторном блоке A3.1 использованы симисторы типа БС-440-63/40-Н, параметры которых представлены в литературе [4].

Таблица 1. Функциональное назначение адресного пространства буфера

Ячейки	Содержимое	Выводится на индикацию в режиме
30H…34H	Значение текущего времени в минутах и секундах	«часы 1»
35H…39H	Значение текущего времени в часах и минутах	«часы 2»
3AH…3EH	Значение времени $t1$	«время 1»
3FH…43H	Значение времени $t2$	«время 2»
44H…48H	Заданное значение времени $\Delta t1$	«задержка»
49H…4DH	Текущее значение времени $\Delta t1$	«контроль задержки»

Система имитации присутствия

Если дома никого нет, и хозяева не желают афишировать своё отсутствие, достаточно просто создать имитацию присутствия. Например, регулярно (ежедневно) в разных комнатах будут включаться, а затем выключаться свет, музыка и телевизор. При этом каждого, кто подойдёт к входной двери, будет облаивать «большая собака». Вряд ли кто догадается, что это всего лишь запись собачьего лая. Принципиальная схема контроллера системы имитации присутствия приведена на рисунке 6.

Фактически – это многоканальный таймер, который включает различные нагрузки в заранее запрограммированные интервалы времени. Плата контроллера разработана на базе МК AT89C51-24PU фирмы Atmel и двухстрочного знакосинтезирующего ЖК-индикатора DV-16232 FBLY-H/R фирмы Data Vision.

Плата контроллера системы выполняет следующие функции:

- отсчёт реального времени;
- индикация текущего времени в 24-часовом формате в режиме часы–минуты–секунды;

- установка текущего времени и его корректировка;
- установка девяти интервалов времени, в которых выходные каналы № 1...7 (выводы 1...7 МК DD1) управляются по заданному алгоритму. Окончание любого интервала является началом следующего;
- программирование интервалов в рамках 24-часового формата.

Проще говоря, на плате контроллера можно запрограммировать 9 будильников, в момент срабатывания которых включаются (или выключаются) соответствующие выходные каналы (нагрузки). Время включения каждого будильника (часы и минуты) может быть установлено любое. На дисплее ЖК-индикатора HG1 можно одновременно наблюдать текущее время и границы одного из девяти интервалов (время включения и выключения будильника), а также состояние нагрузок (включена или выключена) в данном интервале. Если текущее время совпало с началом какого-либо другого интервала, в порт P1 МК DD1 загружается байт управления нагрузками для данного интервала времени.

Выбор и установка параметров производятся с помощью 5-кнопочной клавиатуры, в которой кнопка S1 (P) циклически переключает настраиваемые интервалы (от «интервал 1» до «интервал 9»), причём сразу после включения питания таймер № 1 переходит в режим «интервал 1».

Нажатие на кнопку S2 (▲) увеличивает на единицу значение выбранного разряда при установке текущего времени и временны́х интервалов, а также управляет подачей звукового и светового сигнала в начале каждого интервала.

Кнопками S3 (◀) и S4 (▶) осуществляется выбор изменяемого разряда, при этом выбранный разряд отмечается курсором на дисплее.

На рисунке 7 показана фотография ЖК-индикатора в режиме «интервал 1». В каждой строке ЖК-индикатора отображается 16 символов. Разряды дисплея индикатора HG1 имеют следующее назначение (слева направо, см. рис. 7 и табл. 2).

После подачи питания плата контроллера переходит в режим «интервал 1» (в первом разряде второй строки дисплея индицируется «1»). Только в этом режиме можно установить или скорректировать текущее время. Для этого необходимо кнопками S3 или S4 подвести курсор к изменяемым

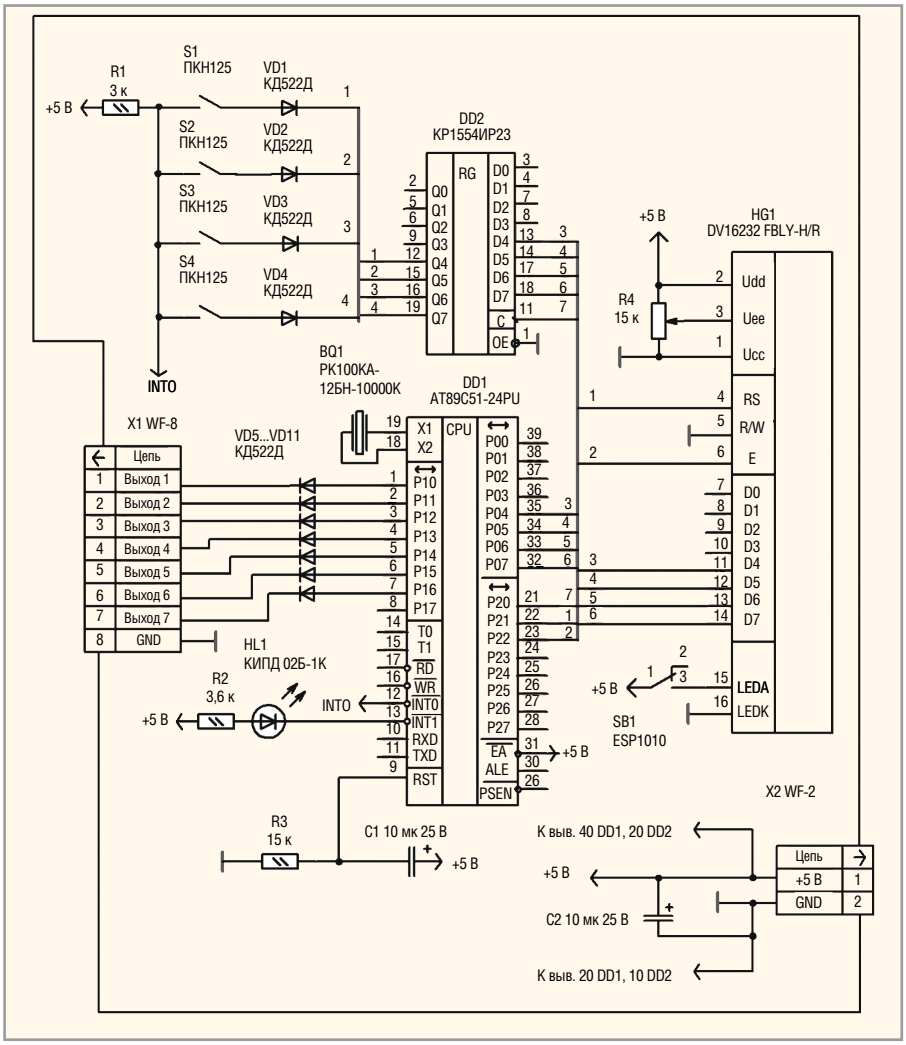

Рис. 6. Принципиальная схема платы контроллера системы имитации присутствия

разрядам текущего времени и кнопкой S2 изменить значение разряда. Для установки начального и конечного значений интервалов необходимо проделать точно такие же операции. Текущее время и флажок RAZ отображаются во всех режимах. Для программирования выходных каналов необходимо подвести курсор к нужному разряду и кнопкой S2 изменить его значение. Каждое нажатие кнопки S2 в данном случае инвертирует предыдущее состояние разряда. После подачи питания при инициализации во все разряды (10...16) первой строки заносится «0» (каналы отключены). Для разрешения управления каналами необходимо флажок RAZ (отображаемый в 15-м разряде второй строки на дисплее индикатора) установить в единицу, кнопками S3 или S4, подведя курсор к данному разряду, и кнопкой S2, установив в нём единицу. Для оперативного отключения всех каналов необходимо данный разряд установить в ноль. В процессе установки текущего времени в режиме «интервал 1» запрещается его отсчёт. Во всех остальных режимах отсчёт текущего времени продолжается. Изменить флажок RAZ можно только в режиме «интервал 1». Границы интервалов, как уже отмечалось, можно перепрограммировать.

ЖК-индикатор работает в режиме 4-разрядной шины данных. Для передачи данных в ЖК-индикатор задействована старшая тетрада байта, пересылаемого микроконтроллером в порт P0. С вывода 22 МК DD1 поступает сигнал, информирующий индикатор о типе передаваемых данных (RS = 1 – данные, RS = 0 – сигнал). С вывода 23 МК DD1 поступает строб-сигнал, по перепаду которого из «1» в «0» осуществляется запись данных в индикатор. Данные из индикатора не читаются, поэтому вывод 5 (R/W) подключён к общему проводнику. С переменного резистора R4 на вывод 3 индикатора поступает напряжение, уровень которого регулирует контраст формируемого индикатором изображения. В применённом двухстрочном индикаторе курсор автоматически сдвига-

Рис. 7. ЖК-индикатор таймера № 1 в режиме «интервал 1»

ется с первой на вторую строку после достижения сорокового знакоместа. Если дисплей содержит в строке 16 символов, то для перехода на вторую строку необходимо снова устанавливать адрес ячейки видеопамяти индикатора (DD RAM).

В памяти данных МК DD1 по адресам с 30Н по 35Н, а также с 5АН по 61Н организован буфер отображения для вывода информации на дисплей. По своему функциональному назначению адресное пространство буфера разбито на двенадцать функциональных групп (см. табл. 3).

Питающее напряжение поступает с соединителя X2. Конденсатор C2 фильтрует пульсации в цепи питания +5 В. Потребление тока по каналу напряжения: +5 В, не более 250 мА (при отключённой подсветке индикатора HG1). Сигнал с выхода 13 МК (с периодом 1 с) включает индикатор HL1. Через порт P0 МК DD1 управляет ЖК-индикатором HG1 и через регистр DD2 – клавиатурой (кнопки S1...S4). Для функционирования клавиатуры также задействован вывод 12 МК DD1. Резистор R2 – токоограничительный для индикатора HL1. Сразу после подачи питания на выводе 1 МК DD1 через RC-цепь (резистор R2, конденсатор C1) формируется сигнал аппаратного сброса для МК DD1. После его окончания производится инициализация программы, в которой настраивается индикатор HG1. При этом происходит очистка его буфера и разрешается отображение курсора. В порт P1 записываются сигналы уровня лог. 1 (нагрузки выключены).

На плате контроллера установлены резисторы С2-33Н-0.125, но подойдут и любые другие с такой же мощностью рассеивания и погрешностью 5%. Резистор R5 типа СП5-2ВА либо аналогичный. Конденсаторы C1 и C2 – К50-35 или аналогичные. У МК DD1 и регистра DD2 между цепью +5 В и общим проводником рекомендуется установить блокировочный конденсатор типа К10-17а-Н90-0.1 мкФ. Индикатор HL1 – КИПД 02Б-1К красного цвета.

Таблица 2. Назначение разрядов дисплея индикатора HG1

Разряд	Что отображает
Первая строка	
1-й	Десятки часов текущего времени
2-й	Единицы часов текущего времени
3-й	Символ «:» (во время работы таймера мигает с периодичностью 1 с, во время корректировки или установки текущего времени включён постоянно)
4-й	Десятки минут текущего времени
5-й	Единицы минут текущего времени
6-й	Символ «:» (во время работы таймера мигает с периодичностью 1 с, во время корректировки или установки текущего времени включён постоянно)
7-й	Десятки секунд текущего времени
8-й	Единицы секунд текущего времени
9-й	Пробел (space)
10…16-й	Состояние выходных каналов 1…7 в текущем интервале времени («1» соответствует включённому каналу)
Вторая строка	
1-й	Текущий режим работы устройства (отображаемое число соответствует действующему временному интервалу)
2-й	Пробел (space)
3…7-й	В часах–минутах (разделяемых символом «:») время начала интервала
8-й	Пробел (space)
9…13-й	В часах–минутах (разделяемых символом «:») время окончания интервала
14-й	Пробел (space)
15-й	Флажок RAZ, разрешающий включение нагрузок во всех запрограммированных интервалах
16-й	Курсор (во всех режимах сразу после подачи напряжения питания)

Таблица 3. Адресное пространство буфера (система имитации присутствия)

Ячейка	Содержание	Выводится на индикатор (отображается)
30Н…35Н	Значение текущего времени в минутах и секундах	Во всех режимах
36Н…39Н	Значение начала первого интервала в часах и минутах	В режимах «интервал 1» и «интервал 9»
3АН…3DН	Значение начала второго интервала в часах и минутах	В режимах «интервал 1» и «интервал 2»
3ЕН…41Н	Значение начала третьего интервала в часах и минутах	В режимах «интервал 2» и «интервал 3»
42Н…45Н	Значение начала четвёртого интервала в часах и минутах	В режимах «интервал 3» и «интервал 4»
46Н…49Н	Значение начала пятого интервала в часах и минутах	В режимах «интервал 4» и «интервал 5»
4АН…4DН	Значение начала шестого интервала в часах и минутах	В режимах «интервал 5» и «интервал 6»
4ЕН…51Н	Значение начала седьмого интервала в часах и минутах	В режимах «интервал 6» и «интервал 7»
52Н…55Н	Значение начала восьмого интервала в часах и минутах	В режимах« интервал 7» и «интервал 8»
56Н…59Н	Значение начала девятого интервала в часах и минутах	В режимах «интервал 8» и «интервал 9»
5АН…5DН	Текущее значение начала интервала в часах и минутах	Отображается в 3…7 разрядах второй строки индикатора
5ЕН…61Н	Текущее значение конца интервала в часах и минутах	Отображается в 9…13 разрядах второй строки индикатора

Система охраны

От уже рассмотренных система охраны отличается достаточно простой схемотехникой и надёжностью. Схема выполнена на базе МК ATmega8535-16PI. Принципиальная схема системы приведена на рисунке 8.

Внешними (выносными) элементами по отношению к системе являются 24 концевых выключателя (S1...S24), которые позволяют контролировать состояние 24 объектов – дверей и окон. Один концевой выключатель контролирует состояние одной двери или окна. При закрытой двери концевой выключатель разомкнут. Каждому датчику соответствует отдельный индикатор, позволяющий визуально проконтролировать состояние дверей: соответствующий индикатор не светится при закрытой двери и начинает периодически светиться при открытой. В интерфейс контроля и управления устройства входят тумблеры SA1 и SA2 и индикаторы HL1...HL25. Конструктивно все вышеуказанные элементы целесообразно разместить на отдельной панели управления.

Элементы интерфейса управления устройства имеют следующее назначение:

- SA1 (режим «охрана») – тумблер включения сигнализации. При установке данного тумблера в положение «вкл» помещение ставится под охрану примерно через 10 с с момента переключения, при этом сигнализация срабатывает через ~10 с после замыкания любого концевого выключателя S1...SA24;

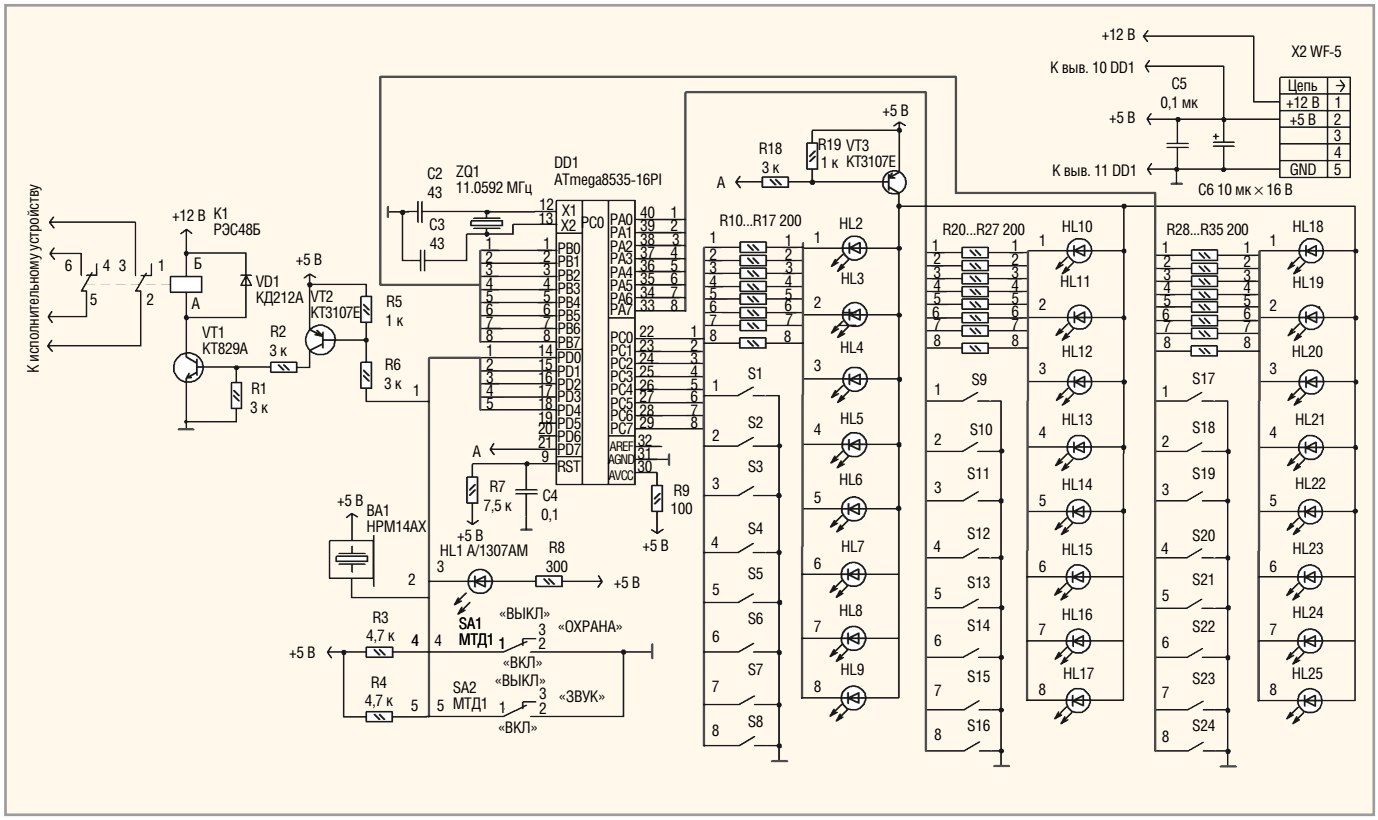

Рис. 8. Принципиальная схема системы охраны

- SA2 – тумблер выключения звука. Данный переключатель функционирует только в режиме контроля состояния дверей (тумблер SA1 должен быть установлен в положении «выкл»). При установке SA2 в положение «вкл» при открытии любой двери пьезоэлектрический излучатель BA1 сразу выдаст звуковой сигнал длительностью ~2 с. Если данный тумблер в положении «выкл», то при открытии любой двери будет только периодически мигать соответствующий индикатор, а пьезоэлектрический излучатель BA1 будет выключен;
- HL1 – индикатор активации режима охраны. Если устройство находится в режиме «охрана», индикатор светится, в режиме «контроль состояния дверей» индикатор погашен.

Срабатывание сигнализации означает срабатывание реле K1, при этом замыкаются его выводы 5 и 6, а также 2 и 3. С периодичностью 1 с включается и выключается излучатель BA1. Для выключения сигнализации необходимо тумблер SA1 установить в положение «выкл».

Рассмотрим основные функциональные узлы устройства. Основой его служит МК DD1, рабочая частота которого задаётся внешним резонатором ZQ1 и равна 10 МГц. К порту PD микроконтроллера DD1 подключены выключатели SA1 и SA2, пьезоэлектрический излучатель BA1, индикатор HL1, а также ключ на транзисторах VT1 и VT2 для управления реле K1. К портам PB, PA, PC микроконтроллера DD1 подключены концевые выключатели S1...S24 и индикаторы HL2...HL25. Питание на данные индикаторы поступает через ключ на транзисторе VT3, который управляется выводом 21 МК DD1. Резисторы R10...R17, R20...R27, R28...R35 – токоограничительные для индикаторов HL2...HL25. Резистор R8 – токоограничительный для индикатора HL1. Реле K1 управляется сигналом с вывода 14 МК DD1. Питающие напряжения +12 В и +5 В поступают на устройство с соединителя X1. Конденсатор C5 фильтрует пульсации в цепи питания +5 В. Дополнительную фильтрацию ВЧ-составляющих в цепи питания МК DD1 осуществляет блокировочный конденсатор C4.

В алгоритме работы устройства можно выделить два режима работы: контроль состояния дверей и охрана.

Рассмотрим работу устройства в режиме контроля состояния дверей. При этом тумблер SA1 должен находиться в положении «выкл». После подачи питания на устройство при инициализации во все разряды портов PB, PA, PC микроконтроллера DD1 записываются лог. 1. Ключи на транзисторах VT1...VT2 закрыты, индикатор HL1 погашен. Если все двери закрыты, то концевые выключатели S1...S24 разомкнуты, а индикаторы HL2...HL25 погашены. С вывода 21 МК DD1 генерируется периодический сигнал (меандр) с периодом ~1 с. Если открыть какую-либо дверь, например № 1, замкнётся концевой выключатель S5. После этого индикатор HL2 начнёт мигать с периодом ~1 с, а пьезоэлектрический излучатель BA1 выдаст звуковой сигнал длительностью ~3 с. Звуковой сигнал будет звучать только при включённом тумблере SA2. Если этот тумблер выключен, срабатывание концевых выключателей приведёт только к миганию соответствующих индикаторов.

Рассмотрим работу устройства в режиме охраны. Изначально тумблер SA1 установлен в положение «выкл». Устройство переходит в режим охраны через ~10 с после установки тумблера SA1 в положение «вкл». За это время необходимо закрыть все двери и покинуть охраняемый объект. Если охраняемый объект слишком велик и за 10 с невозможно закрыть все двери, то это необходимо сделать до включения режима охраны. После окончания задержки при замыкании любого из концевых выключателей S1...S24 (т.е. при открытии любой двери или окна на соответствующем выводе портов PB, PA или PC микроконтролле-

ра DD1 появится сигнал уровня лог. 0 и через ~10 с включится звуковая сигнализация (пьезоэлектрический излучатель BA1). Кроме того, на выводе 14 МК DD1 установит уровень лог.0, что вызовет переключение реле K1. Для исключения срабатывания сигнализации легальному посетителю охраняемого объекта необходимо в течение времени задержки срабатывания (~10 с) установить тумблер SA1 в положение «выкл». Очевидно, что доступ к выключателю SA1 для всех нежелательных лиц должен быть ограничен, чтобы случайный посетитель не смог бы его быстро обнаружить. Стоит отметить, что сигнализация включится и при кратковременном замыкании любого концевого выключателя (например, если дверь будет открыта и тут же закрыта).

Контакты реле K1 можно использовать для замыкания цепей управления или питания различных исполнительных устройств, например, механизма блокировки дверей или включения сирены (ревуна), CD-проигрывателя с записью собачьего лая и т.д.

Разработанная программа на Ассемблере занимает всего порядка 0,4 килобайт памяти программ. Незадействованные аппаратные (линии PD6 и PD7) и программные (порядка 7,6 килобайт) ресурсы МК DD1 можно использовать для реализации дополнительных функций. Например, можно установить несколько кнопок и добавить функцию постановки и снятия с охраны устройства через код доступа или управлять какими-либо другими исполнительными устройствами. Изменение констант в программе позволит установить нужные пользователю период мигания индикатора HL1, длительность звукового сигнала в режиме контроля состояния дверей, время постановки устройства под охрану, а также время задержки включения сигнализации.

В устройстве использованы резисторы С2-33Н-0.125 (возможно применение любых других с такой же мощностью рассеивания и погрешностью 5%). Конденсатор C5 типа К50-35 или аналогичный, конденсаторы C1...C4 – К10-17а. Конденсатор C4 устанавливается между цепью +5 В и общим проводником МК DD1. Тумблеры SA1...SA2 типа МТД1. Реле K1 – типа РЭС48Б пасп. РС4.590.202-01. Реле можно выбрать любое в зависимости от коммутируемого напряжения и тока. Тип концевого выключателя не оказывает влияния на работу устройства: это может быть кнопка типа ПКН124 или влагозащищённый путевой выключатель типа ВПК2111. Пьезоэлектрический излучатель BA1– HPM14AX. Транзистор VT1 – КТ829А. Транзисторы VT2 и VT3 – КТ3107Е. Индикатор HL1 – АЛ307АМ с красным цветом свечения.

Несмотря на кажущуюся простоту схемотехники и доступность компонентной базы совместно с информационной поддержкой производителей, правильно собрать, и главное – выполнить первичную настройку сможет подготовленный специалист. Впрочем, технологии умного дома только появились на российском рынке. Поэтому стоит напомнить, что при сборке, установке и наладке систем необходимо соблюдать требования по электробезопасности.

Литература

1. www.tme.pl.
2. www.owen.ru.
3. www.olmax.ru.
4. www.contravt.ru.
5. www.atmel.com.

От редакции

Редакция оставляет за собой право на собственное мнение. Полагаем, что автор намеренно сузил понятие сути концепции «умный дом», которая не сводится просто к наличию разнообразных систем управления домовым хозяйством, а подразумевает взаимодействие и согласованность работы таких систем. Только комплексное решение задач по обеспечению комфортности проживания способно привести к действительно эффективному их выполнению.

В качестве примера можно, например, рассмотреть ситуацию с достаточно длительным отсутствием в доме жильцов – скажем, по причине отъезда в отпуск или командировку. Очевидно, что в этом случае помимо включения системы охраны и имитации присутствия хозяев рационально было бы одновременно изменить и режимы работы систем отопления и подогрева горячей воды с целью экономии электроэнергии. Кроме того, наличие всего одной точки контроля температуры в доме с несколькими комнатами вряд ли обеспечит комфортные условия во всех помещениях. В то же время автор в рамках данной статьи не предлагает никаких решений для обеспечения связи описанных им систем, т.е. строит их исключительно как автономные, что, кроме снижения общей эффективности от их использования, ведёт ещё и к неоправданному удорожанию из-за необходимости многократного копирования устройств ввода и отображения настроек и снижению удобства пользования ими.

Ещё одним недостатком предложенных решений можно считать выбор для всех описанных систем различных микроконтроллеров и неунифицированной схемотехники, что подходит скорее для любительских устройств, рассчитанных на выполнение в единичных экземплярах. Более целесообразным представляется выбор имеющихся в наличии дешёвых готовых процессорных модулей на базе микроконтроллеров ARM Cortex M0. Использование проводных соединений для подключения датчиков охранной сигнализации при наличии большого количества дешёвых (в пределах единиц долларов) готовых решений для беспроводной передачи данных также представляется неоптимальным.

Наиболее же ошибочным представляется создание охранной системы без малейшего подобия системы резервного питания, что позволяет вывести её из строя примитивнейшим способом – отключением электроснабжения, сводя таким образом к нулю ценность использования такой системы.

Однако, несмотря на все указанные недостатки, описанные системы могут служить полезным примером основных принципов построения подсистем «умного дома».