

Лабораторная работа № 14

МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ОХЛАЖДЕНИЕМ И НАГРЕВОМ

Цель работы: изучить особенности построения функциональной и принципиальной схем системы терморегулирования для производственных помещений на основе микроконтроллера AT89C4051-24PU.

1. Функциональная схема

Система может работать в режимах нагрева и охлаждения. Плата контроллера, входящая в систему позволяет управлять системой в режиме реального времени.

Предлагаемая система терморегулирования позволяет автоматически поддерживать заданные температуры в дневное и ночное время. Функциональная схема системы представлена на рис. 1.

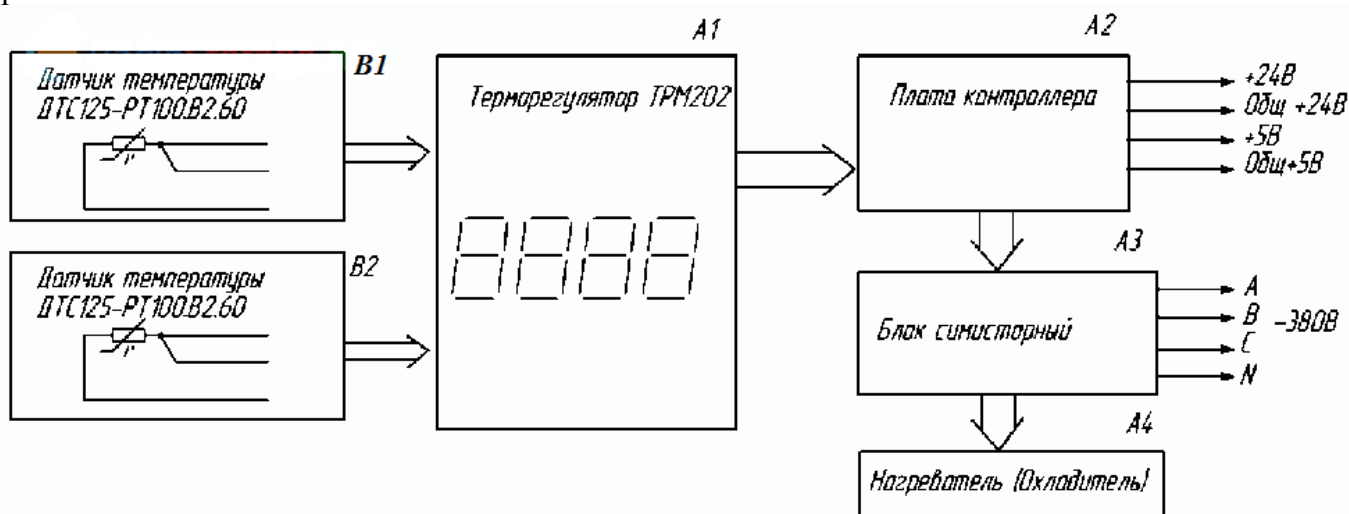


Рис. 1. Функциональная схема системы термоконтроля

Основные функциональные узлы: терморегулятор А1; плата контроллера А2; блок симисторов А3, нагреватель (охладитель) А4. Временная диаграмма, поясняющая алгоритм работы системы представлена на рис. 2.

Сформулируем основные требования к системе терморегулирования (далее - система):

- система должна автоматически поддерживать в двух интервалах времени (дневном и ночном) в диапазоне от 1 мин до 24 ч заданные температуры (в каждом заданном временном интервале своя заданная температура);
- система работает в режиме реального времени;
- работа в режимах нагрева и охлаждения (в системе может быть задействован либо нагреватель, либо охладитель);
- в качестве нагревателя может быть применена мощная тепловая пушка (электронагреватель + вентилятор).

Функцию поддержания заданных температур, в системе выполняет терморегулятор ТРМ202 (А1 по рис. 1) фирмы "ОВЕН". В данном терморегуляторе имеется два независимых канала измерения и поддержания заданной температуры №1 и №2.

Заданные температуры (дневная и ночная), режим работы (нагреватель/холодильник) и другие параметры каналов программируются заранее. Выходные сигналы терморегулятора поступают на плату контроллера А2. Данная плата контроллера обеспечивает поддержание заданных температур терморегулятором в заданные интервалы времени.

На плате контроллера реализован таймер, который функционирует в режиме реального времени. До момента времени t_1 (рис. 2) система поддерживает температуру, заданную в канале №1 терморегулятора (дневная температура).

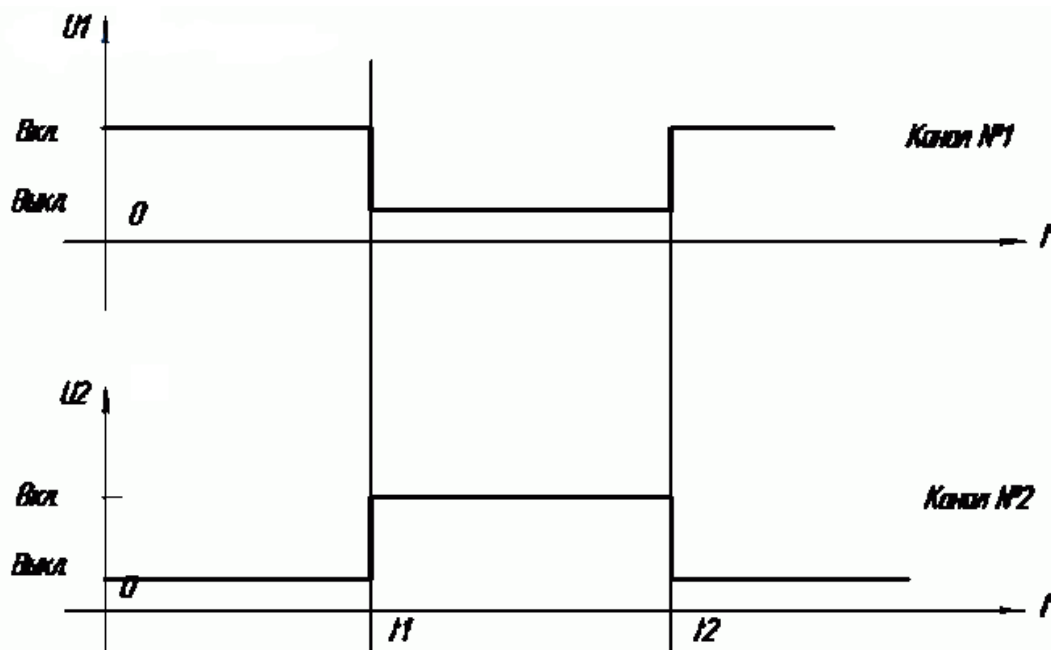


Рис. 2. Временная диаграмма, поясняющая алгоритм работы системы

С момента времени t_1 до момента времени t_2 система поддерживает температуру, заданную в канале №2 терморегулятора (ночная температура). Интервал поддержания ночной температуры ($\Delta t = t_2 - t_1$) программируется. Рассмотрим вариант с подключением в качестве нагревателя тепловой пушки, имеющей в своем составе электронагреватель и тепловую пушку.

У мощных тепловых пушек при выключении во избежание нагрева корпуса, и выхода из строя находящихся на нем элементов управления, необходимо, сначала выключить электронагреватель, а потом с некоторой задержкой вентилятор.

То есть 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 комнатной температурой).

Понятно, что требуемая задержка по времени Δt_1 при выключении вентилятора зависит от технических характеристик тепловой пушки (мощность, производительность, габаритные размеры и т. д.).

Плата контроллера, при работе с тепловой пушкой, реализует вышеуказанную функцию - осуществляет задержку между выключением электронагревателя и вентилятора. Данный интервал времени (задержка) - программируется. В алгоритме работы платы контроллера можно выделить шесть режимов работы:

- Режим №1 (часы 1): отсчет и индикация текущего времени: минуты - секунды.
- Режим №2 (часы 2): отсчет и индикация текущего времени: часы - минуты.
- Режим №3 (время 1): задание и индикация значения времени t_1 (начало интервала поддержания ночной температуры).
- Режим №4 (время 2): задание и индикация значения времени t_2 (конец интервала поддержания ночной температуры).
- Режим №5 (задержка): задание и индикация значения задержки Δt_1 (временная задержка выключения вентилятора после выключения электронагревателя).
- Режим №6 (контроль задержки): визуальный контроль увеличения (инкремент) времени задержки Δt_1 , начиная с нулевого значения (текущее значение). Как только, текущее значение сравнивается с заданным, то сразу выключается вентилятор в тепловой пушке. На дисплее снова индицируется нулевое значение.

2. Принципиальная схема

Принципиальная схема системы, приведена на рис. 3. Принципиальная схема нагревателя приведена на рис. 4. Терморегулятор А1 подключается к плате контроллера А2 через жгут 1. Нагреватель (охладитель) подключается к плате контроллера через жгут 2.

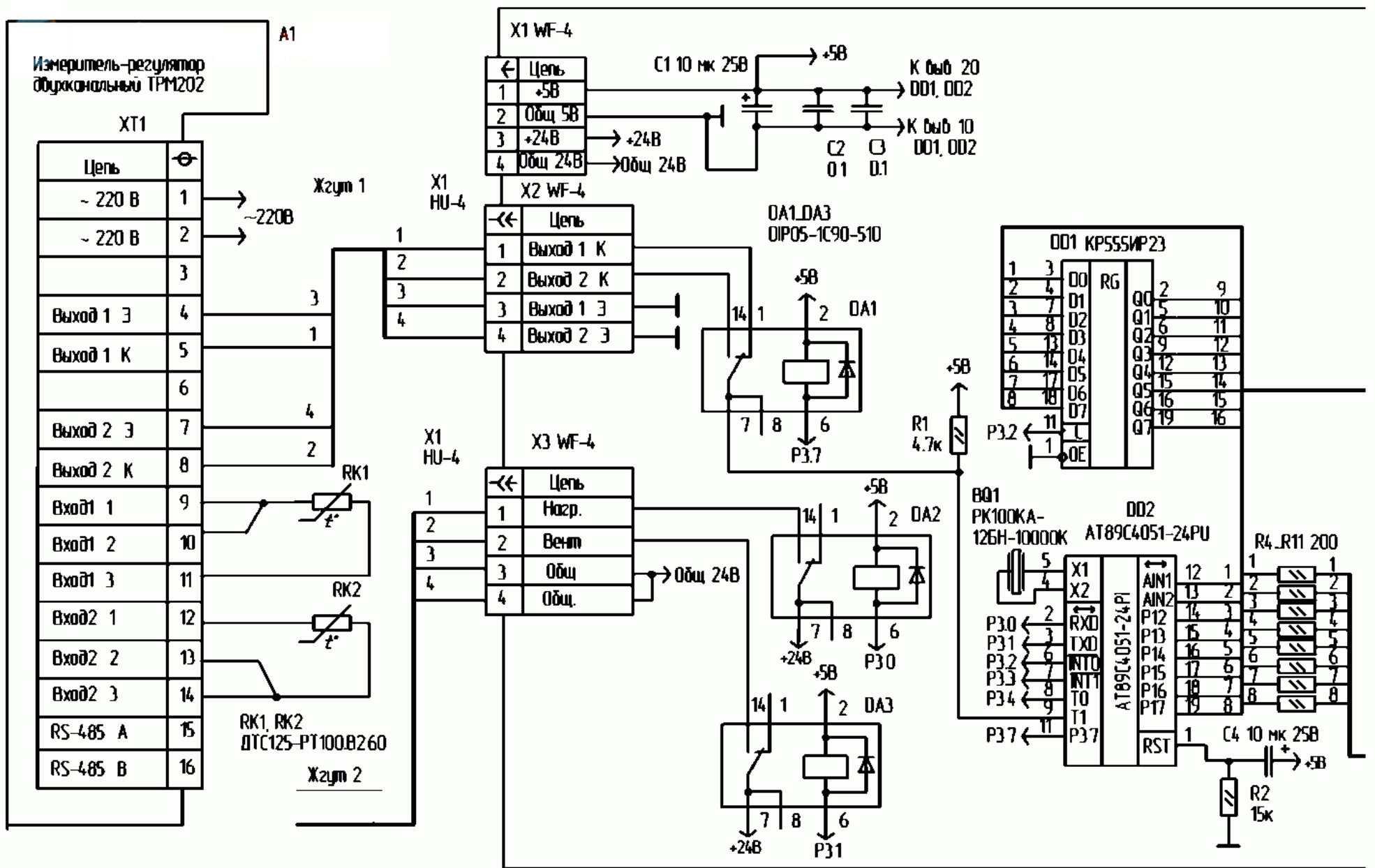


Рис. 3. Принципиальная схема системы термоконтроля на микроконтроллере AT89C4051-24PU (начало)

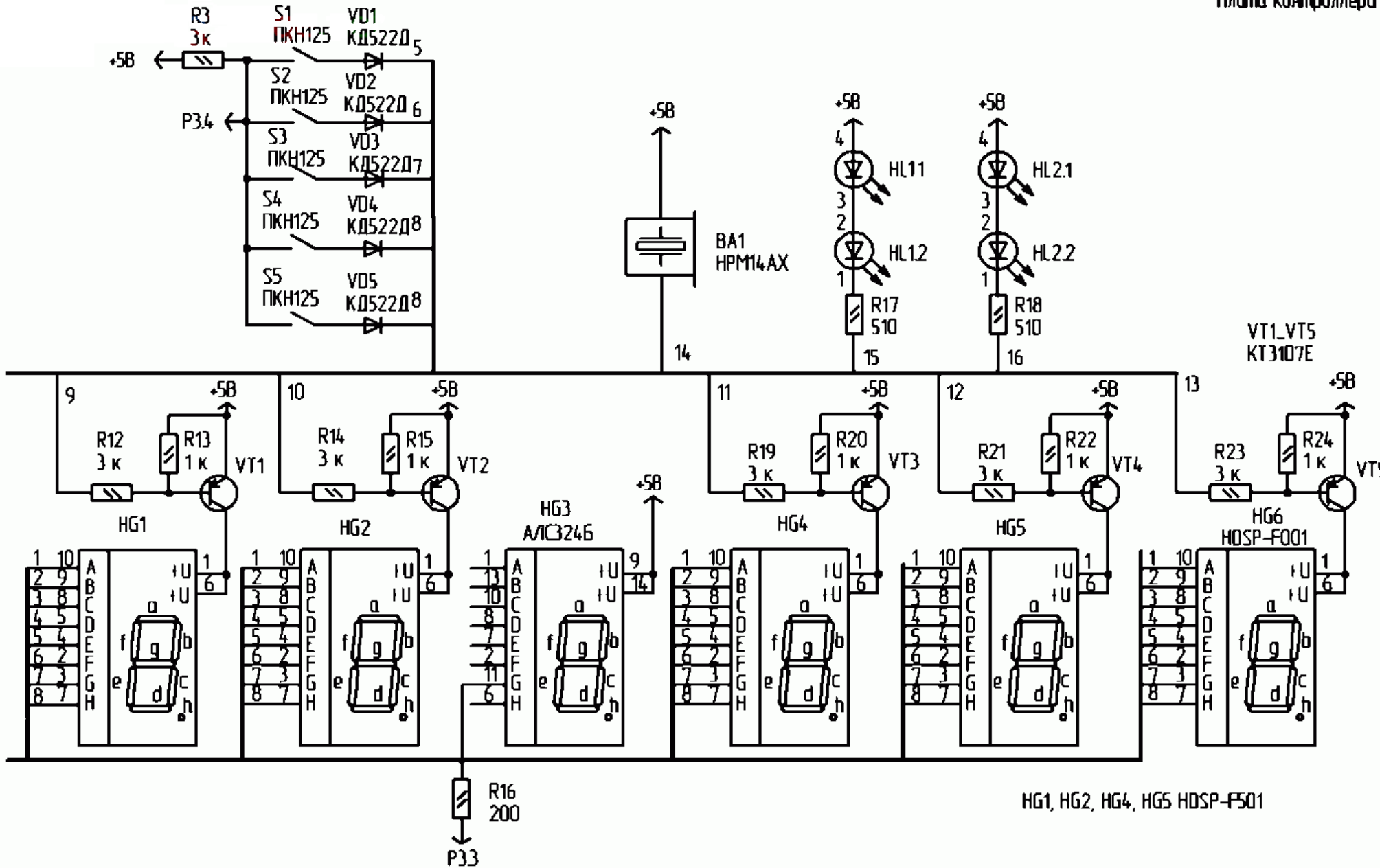


Рис. 3. Принципиальная схема системы термоконтроля на микроконтроллере AT89C4051-24PU (продолжение)

Сетевое трехфазное напряжение 380В с глухозаземленной нейтралью поступает на блок симисторов через соединитель X1 типа 2РТТ36Б5Ш18-В.

В таймере предусмотрены следующие функции - счет реального времени, индикации текущего времени в 24-часовом формате в режимах часы-минуты и минуты-секунды; установка текущего времени; установка времени включения времени t_1 и времени включения времени t_2 , установка задержки Δt_1 выключения вентилятора. Все вышеуказанные параметры могут быть перепрограммированы.

Если текущее время совпало с установленными значениями t_1 и t_2 , то на 10 с включается звуковая сигнализация, с частотой повторения 1 Гц. Интерфейс управления системы включает в себя интерфейс терморегулятора и интерфейс платы контроллера.

Интерфейс платы контроллера включает в себя: клавиатуру (кнопки S1...S5), световые полосы HL1...HL2, и блок индикации (дисплей) из шести цифровых 7-мисегментных индикаторов HG1...HG6.

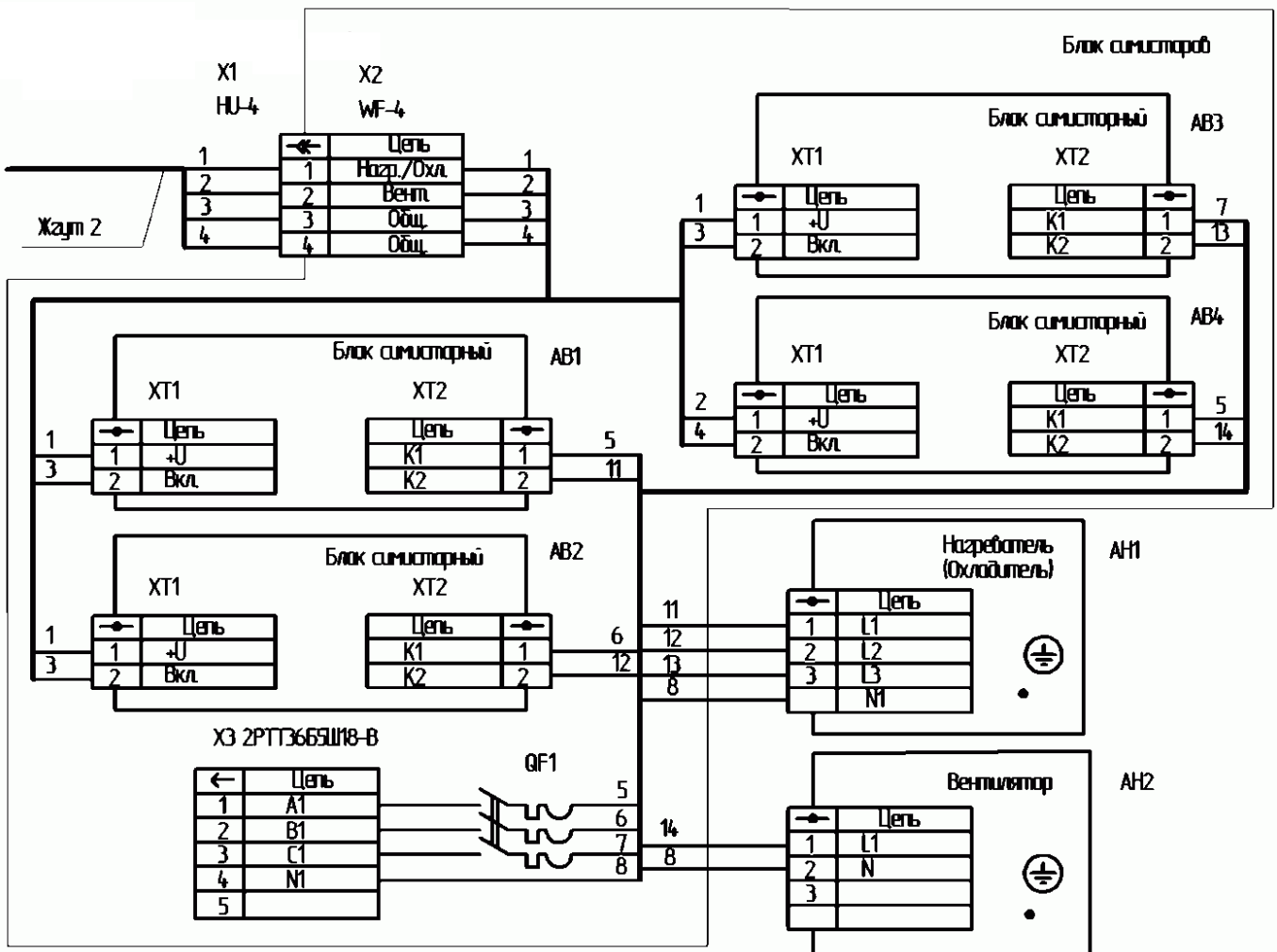


Рис. 4. Принципиальная схема соединения блоков

Кнопки клавиатуры имеют следующее назначение:

- S1 (P) - выбор режима работы часов: “часы 1”, “часы 2”, “время 1”, “время 2”, “задержка”, “контроль задержки”;
- S2 (Δ) - увеличение на единицу значение каждого разряда при установке времени в режиме “часы 2”, а также при установке времени в режиме “время 1”, “время 2”, “задержка”, “контроль задержки”;
- S3 (B) - выбор разряда, при установке текущего значения времени в режиме “часы2” и в режимах “время 1”, “время 2”, “задержка”, “контроль задержки”. В выбранном разряде включается точка «h»;
- S4 (C) - кнопка пуск/стоп. Данной кнопкой разрешается/запрещается счет времени;

- S5 (K) - кнопка выбора каналов температуры (№1 или №2) терморегулятора А1 к микроконтроллеру DD2 при текущем времени. Если выбран канал температуры №1 - включена световая полоса HL1, к микроконтроллеру DD2 подключен выход №1 терморегулятора, если выбран канал температуры №2 - включена световая полоса HL2, соответственно к микроконтроллеру DD2 подключен выход № 2 терморегулятора.

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), при нажатии на S4 разрешается счет времени.

Разряды индикации интерфейса платы контроллера, имеют следующее назначение (позиционные обозначения по рис. 3):

- 1 разряд (индикатор HG6) отображает: "1" в режиме "часы 1", "2" в режиме "часы 2", "3" - в режиме "время 1", "4" - в режиме "время 2", "5" - в режиме "задержка", "6" - в режиме "контроль задержки";
- 2 разряд (индикатор HG5) отображает "единицы минут" в режимах "часы 2", "время 1", "время 2", "единицы секунд" в режимах "часы 1", "задержка", "контроль задержки";
- 3 разряд (индикатор HG4) отображает "десятки минут" в режимах "часы 2", "время 1", "время 2", "десятки секунд" в режимах "часы 1", "задержка" и "контроль задержки";
- 4 разряд (индикатор HG3) отображает сегмент «g» с периодом включения 1 сек. во всех режимах;
- 5 разряд (индикатор HG2) отображает "единицы часов" в режимах "часы 2" и "время 1", "время 2", в режиме "часы 1" отображает "единицы минут";
- 6 разряд (индикатор HG1) отображает "десятки часов" в режимах "часы 2" и "время 1", "время 2", в режиме "часы 1" отображает "десятки минут".

Сразу после подачи питания устройство переходит в режим работы "часы 1", отсчет текущего времени - запрещается. Отсчет текущего времени разрешается только после нажатия на кнопку S4 (C) (пуск/стоп). При совпадении текущего времени с установленными "время 1", "время 2" , на 10 сек. включается прерывистая звуковая сигнализация ВА1.

Режим обогрева

Алгоритм работы системы в режиме обогрева следующий. После подачи питания, как уже упоминалось нужно задать следующие параметры: в терморегуляторе А1 значения уставок для канала №1 - значение температуры равно T_1 (дневная температура) и для канала №2 терморегулятора задана соответственно уставка равная T_2 (ночная температура).

Каналы №1 и №2 работают в режиме нагревателя (тип логики -1). Допускаем так же, что включаем систему в дневное время и текущая температура меньше T_1 .

На плате контроллера А2: значение времени t_1 ; значение времени t_2 , значение времени задержки ДИ. После нажатия на кнопку S4 (C) (пуск/стоп) лог. 0 с вывода 5 клеммной колодки ХТ1 терморегулятора поступает, через жгут 1 и контакт 1 соединителя Х2, через замкнутые контакты 1, 7 реле DA1 на вывод 9 микроконтроллера DD2. (На выводе 11 микроконтроллера присутствует лог. 1)

При этом, микроконтроллер DD2 выставляет лог. 0 на выводы 2, 3. Включаются соответственно реле DA2, DA3. В данных реле, через замкнутые контакты 7, 4 напряжения +24 В поступает через соединитель Х3 и жгут 2 на соединитель Х1 нагревателя. В тепловой пушке одновременно включатся электронагреватель и вентилятор.

Как только текущая температура достигнет заданной установки, выходная оптопара канала №1 терморегулятора закрывается. Лог. 1 с вывода 5 клеммной колодки ХТ1 терморегулятора поступает на вход 9 микроконтроллера DD2. При этом микроконтроллер выставляет лог. 1 на вывод 2 и через время равное ДИ лог. 1 на вывод 3. Тем самым выключая сначала в тепловой пушке электронагреватель и через время равное ДИ вентилятор. Подобные циклы включения и выключения тепловой пушки будут поддерживать температуру в помещении равную заданной

установке T_1 . Пусть текущее время стало равным значению И (начало ночного интервала времени).

Тогда микроконтроллер DD2 устанавливает лог. 0 на выводе 11, включая реле DA1. В данном реле замыкаются контакты 7, 14. Теперь на вывод 9 микроконтроллера DD1 поступает сигнал с вывода 8 клеммной колодки XT1 терморегулятора. То есть подключается канал №2 терморегулятора.

Теперь тепловая пушка будет поддерживать температуру в помещении равную заданной уставке T_2 . Пусть текущее время стало равным значению t_2 (конец ночного интервала времени). Тогда микроконтроллер DD1 устанавливает лог. 1 на выводе 11, отключая реле DA1. Снова замыкаются контакты 1, 7 реле DA1.

Теперь тепловая пушка будет снова поддерживать температуру в помещении равную заданной уставке T_1 .

Режим охлаждения

При работе системы в режиме охлаждения - канал управления вентилятором - не задействован. Вентилятор к блоку симисторному - не подключается. Каналы №1 и №2 в терморегуляторе программируются в режим работы охладителя (тип логики -2).

Функциональные узлы принципиальной схемы

Рассмотрим основные, функциональные узлы принципиальной схемы платы управления. Основой устройства служит микроконтроллер DD2, рабочая частота которого задается генератором с внешним резонатором ZQ1 на 10 МГц. Пьезоэлектрический излучатель BA1 включается с вывода 15 регистра DD1.

Сигнал с выхода 13 микроконтроллера через резистор R16 периодически (с периодом 1 сек) включает сегмент «g» индикатора HG3. Клавиатура собрана на кнопках S1...S5. Для функционирования клавиатуры так же задействован вывод 8 микроконтроллера DD2.

Резисторы R17, R18 - токоограничительные, для световых полос HL1 и HL2. Выходные сигналы с каналов №1 и №2 терморегулятора A1 подключаются к выводу 9 микроконтроллера DD2 через контакты реле DA1.

Катушка реле управляется с вывода 11 микроконтроллера DD2. Каналы управления нагревателем вентилятором собраны соответственно на реле DA2 и DA3, которые соответственно управляются с выводов 2 и 3 микроконтроллера DD2. Динамическая индикация собрана на регистре DD1; транзисторах VT1...VT5; цифровых 7-мисегментных индикаторах HG1...HG2, HG4...HG6. Коды для включения вышеуказанных индикаторов при функционировании динамической индикации поступают на выходы порта P1 микроконтроллера DD2.

Цифровая часть принципиальной схемы устройства гальванически развязана от сети, и от напряжения управления нагревателем и вентилятором +24 В.

Питающие напряжения поступает на плату контроллера с соединителя X1. Конденсатор C1 фильтрует пульсации в цепи питания +5 В. Сразу после подачи питания на выводе 1 микроконтроллера DD1 через RC-цепь (резистор R2, конденсатор C4) формируется сигнал системного аппаратного сброса микроконтроллера DD2. Дальше идет инициализация микроконтроллера.