Автоматический дискретный регулятор температуры

Олег Вальпа

Приведено описание автоматического дискретного регулятора температуры, разработанного автором статьи на основе программируемого логического контроллера.

Введение

Важную роль в автоматизации технологических процессов выполняют регуляторы, обеспечивающие поддержание заданного параметра среды с помощью исполнительных устройств. Регуляторы бывают дискретные и аналоговые. Дискретные регуляторы могут иметь два состояния выходного сигнала регулирования электрического исполнительного устройства: включённое и отключённое. Данные регуляторы применяются, например, в системах нагревателей воды, управления штоковыми приводами, линейными актуаторами и т.п. Аналоговые регуляторы имеют выходной сигнал регулирования, изменяющийся в определённом диапазоне напряжения, например, от 0 до 10 вольт. Такие регуляторы управляют вентиляторами, приводами клапанов и задвижек и т.п.

В настоящее время регуляторы проектируют на базе различных контроллеров. Часто для разработки регуляторов применяют программируемые логические контроллеры (ПЛК).

Дискретный регулятор температуры

Рассмотрим процесс создания регулятора на конкретном примере. В качестве основы регулятора выбран один из широко распространённых и недорогих ПЛК под названием Matrix отечественной компании Segnetics [1]. Данный ПЛК имеет цветной графический дисплей, кнопки управления, светодиодные индикаторы, дискретные входы DIN, релейные и оптические выходы DOUT, аналоговые входы AIN, аналоговые выходы AOUT, встроенные энергонезависимые часы с памятью, интерфейс RS-485 и System Bus. Опционально в него может быть



Дополнительные материалы к этой статье можно скачать, перейдя по ссылке в QR-коде

установлен сетевой модуль интерфейса Ethernet. Модельный ряд контроллеров Matrix довольно широк и определяет состав портов и интерфейсов. Внешний вид одной из развитых моделей ПЛК Matrix представлен на рис. 1. Интерфейс System Bus позволяет подключить к ПЛК несколько модулей расширения с целью увеличения количества портов ввода-вывода.

Рассмотрим конкретный пример разработки устройства, предназначенного для автоматического регулирования температуры воды. Схема данного устройства приведена на рис. 2.

В качестве нагревательного элемента в схеме применён промышленный трубчатый электрический нагреватель (ТЭН). Его мощность выбирается в соответствии с ёмкостью бака для воды и обычно составляет от 1 до 2 кВт. С целью повышения надёжности работы системы в схеме примене-



Рис. 1. Внешний вид ПЛК Matrix



Рис. 2. Схема регулятора температуры воды



Рис. 3. Главное окно разработки

но твердотельное реле, которое является полупроводниковым устройством и работает в ключевом режиме. Благодаря малому сопротивлению открытого канала данного элемента на нём формируется малое падение напряжения и рассеивается в виде тепла минимальная мощность. Кроме того, включение и отключение нагрузки в этом элементе производится при переходе переменного напряжения через ноль. Это позволяет устранить возникающие при коммутации мощных нагрузок электрические возмущения, засоряющие промышленную питающую сеть.

Входной защитный автомат обесточивает схему в случае поломки системы и предотвращает возникновение пожара.

Источник питания формирует постоянное питающее напряжение 24 В для контроллера и цепей управления нагрузкой. Включение и отключение системы производится с помощью переключателя, подключённого к дискретному входу контроллера.

Датчиком температуры воды служит промышленный, широко распространённый платиновый датчик Pt1000, погружаемый в нагреваемую воду. Этот датчик имеет широкий диапазон измерения температуры – от –40°С до +120°С. При 0°С его сопротивление составляет 1000 Ом, отсюда и сформировалось его обозначение: Pt1000.

Центральным узлом системы является программируемый логический контроллер Matrix с управляющей программой.

Программа

Для программирования ПЛК его производителем создана свободно распространяемая среда разработки SMLogix [2]. Данная среда позволяет разрабатывать программы на языке FBD, т.е. путём применения различных логических и математических блоков, соединяемых между собой связями. Достаточно подробное описание этой среды разработки и работы с ней приведено в источнике [3].

Программа предоставит оператору возможность настройки, визуального контроля работы системы и графического отображения температуры воды.

Процесс разработки начинается с обычной установки среды разработки на персональный компьютер. После установки и запуска среды разработки на экране монитора компьютера появится главное окно разработки, показанное на рис. 3.

Весь проект программы удалось разместить в одном окне. В проекте использованы компараторы, мультиплексоры, сумматоры и преобразователи данных.

Вход DIN1 подключён к мультиплексору, с помощью которого производится подключение выходного сигнала DOUT1 к схеме управления или отключения от неё. Таким образом, можно запускать или останавливать регулятор внешним переключателем.

С помощью встроенного в среду разработки конфигуратора портов SBconfigurator, вызываемого нажатием правой кнопки мыши по устройству Matrix:USB → Настройка → Ресурсы → AIN1, входной аналоговый порт AIN1 настраивается на подключение к нему датчика температуры Pt1000. Окно конфигуратора портов показано на рис. 4.

В результате такой настройки данные со входа AIN1 будут отображаться в программе в градусах Цельсия без дополнительных преобразований.

Данные датчика температуры поступают через входной порт AIN1 на компаратор и сравниваются с заданной в настройках температурой воды в баке. В зависимости от результата сравнения формируется выходной сигнал регулирования, подключённый через мультиплексор к выходному порту DOUT1.

Таким образом, при температуре воды меньше заданной в настройках системы нагреватель будет включаться, а при достижении заданной температуры – отключаться. В схеме также предусмотрено формирование гистерезиса температуры в 1 градус Цельсия. Кроме того, в схему добавлено два компаратора для формирования аварийного оповещения персонала при переходе температуры воды верхней или нижней заданной границы.

Синие прямоугольники на схеме с установками, переменными и прочими данными сформированы с помощью встроенного программного инструмента SMArt на панели инструментов. Окно программного инструмента SMArt приведено на рис. 5.

Здесь создаются экраны будущего интерфейса и их наполнение. Кроме того, задаются кнопки для переходов между экранами. Главным окном в данном проекте является окно меню, на котором размещаются графические значки для остальных экранов с их названиями. Значки выбираются из готовой библиотеки среды разработки и хранятся в каталоге: C:\ Program Files (x86)\SMLogix\PixelArt\ ColorIcons\128pix\Ravenna.

В экран «Справка» вводится текст описания программы. На экран «Пульт» добавляются элементы текста и вывода чисел для обеспечения наблюдения за системой оператором. Экран «Настройки» заполняется энергонезависимыми уставками температуры и её границ. Экран «Время» формируется автоматически после размещения на нём готового элемента экрана «Время и дата» из самого программного инструмента SMArt. Аналогично создаётся экран «Журнал» и «График». В составе элемента графика присутствует перо, для которого задаётся диапазон рисования, например, от 0 до 100 градусов Цельсия.

Теперь окно инструмента SMArt можно закрыть или оставить открытым и переключиться на главное окно среды разработки.

После проделанных операций в закладке UI появится окно списка элементов всех экранов дисплея контроллера.

Элементы данного списка помещаются на поле схемы в виде синих прямоугольников, и к ним подключаются связи, показанные на рис. 3.

Загрузка проекта

Загрузка программы в контроллер производится непосредственно из среды разработки SMLogix через кабель связи MicroUSB, подключённый к порту USB компьютера. При этом питание контроллера осуществляется от напряжения 5 В этого же кабеля.



Рис. 4. Окно конфигуратора портов



Рис. 5. Окно инструмента SMArt

После загрузки программы проекта в контроллер можно приступить к проверке. Для этого необходимо нажать кнопку «Подключиться с отладкой» на панели инструментов или «F5» на клавиатуре компьютера. При этом проект автоматически транслируется в код загрузочной программы, записывается в контроллер и стартует. На экране компьютера будет отображаться состояние портов и значения сигналов, а на дисплее контроллера – главный экран «Меню».

Замыкая токопроводящей перемычкой вход DIN0 контроллера с общей цепью, можно визуально проверить его работу по изменению сигнала на экране монитора компьютера и экране «Пульт» контроллера.

В качестве выходного порта DOUT желательно использовать порт контроллера с оптроном, поскольку он имеет неограниченный ресурс для переключений. В отличие от него, порты с электромеханическими реле имеют ограничение в 100 тысяч переключений.

Для проверки входа AIN1 можно использовать резистивный потенциометр на 3 кОм, который будет имитировать датчик температуры Pt1000. Сопротивление в 1 кОм будет соответствовать температуре датчика 0°С.

Готовый файл проекта размещён на сайте журнала и может быть использован для дальнейшего развития.

Источники и ресурсы:

- 1. URL: https://segnetics.com/ru/Matrix.
- URL: https://dl.segnetics.com/ PRODUCTS/SMLogix/Version_3.35/ Lite_Pack/.
- 3. URL: https://www.cta.ru.

Θ