

ННБ VII, Санкт-Петербург, 16 – 18 мая 2019

УДК 001.2

VII НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ «НАУКА НАСТОЯЩЕГО И БУДУЩЕГО» ДЛЯ СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ. Том 1. Сборник материалов конференции. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2019. 274 с.

Организаторы:

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина), ПАО «Светлана», Национальный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова, Компания ООО «ОПТОСЕНС», АО «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ «ВЕКТОР», ООО «Ультразвуковая техника - ИНЛАБ», ООО «ЭС ЭМ СИ Пневматик», дочерние общества и организации ПАО «Газпром»

Тематика конференции включает следующие направления

- Радиотехника и инфокоммуникационные технологии
- Электроника и оптоэлектронные приборы
- Наноматериалы и нанотехнологии
- Информатика в технических системах и вычислительная техника
- Системный анализ и информационная безопасность
- Прикладная математика и программная инженерия
- Механотроника и робототехника
- Электропривод, автоматика и энергосбережение
- Приборостроение
- Биомедицинская инженерия
- Управление качеством и инноватика

Сборник материалов содержит доклады, представленные на VII Научно-практической конференции с международным участием «Наука настоящего и будущего» для студентов, аспирантов и молодых ученых, состоявшейся 16 – 18 мая 2019 года в Санкт-Петербурге. Основной задачей конференции является развитие творческой активности студентов, привлечение их к решению актуальных задач в области науки и техники. Все доклады проходят рецензирование.

Научно-практическая конференция проведена при финансовой поддержке СПбГЭТУ «ЛЭТИ».

В будущем реализованные модели планируется использовать как для оперативного, так и долгосрочного планирования.

Список литературы

1. Бережная Е. В., Бережной В. И. Математические методы моделирования экономических систем. М.: Финансы и статистика, 2003. 233 с;
2. Лазарев А.А., Мусатова Е.Г., Кварацхелия А.Г., Гафаров Е.Р. Теория расписаний. Задачи управления транспортными системами. М.: Физический факультет МГУ им. М. В. Ломоносова, 2012. 159 с.

РАЗРАБОТКА МАКЕТА ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРОЙ В ПЕЧАХ ДЛЯ ВАРКИ СТЕКЛА НА ОСНОВЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА ATMEGA2560

Д.В. ОГУРЕЦКИЙ¹, Е.А. ГУРВИЦ²

¹ Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»
им. В.И. Ульянова (Ленина)

² ООО "Системы фотоники"

Аннотация. В статье рассматривается разработка макета программно-аппаратного комплекса для управления температурой в печах для варки стекла на основе микроконтроллера ATmega2560. Для контроля и поддержания температуры в камере печи использован алгоритм с ПИ-регулятором, который управляет симисторной сборкой для подачи киловаттной мощности на рассеивающий тепло элемент печи. Обратная связь осуществляется посредством оцифровки сигнала с термодатчика микросхемой CJMCU-MAH31856. Для ввода/вывода информации был разработан пользовательский интерфейс на основе TFT дисплея Nextion.

Ключевые слова: пользовательский интерфейс, TFT дисплей, ПИ-регулятор, микроконтроллер ATmega2560, симисторная сборка, печь для варки стекла, термодатчик, система управления, объект управления.

Введение

Объектом управления является электрическая печь косвенного сопротивления периодического действия. В печах косвенного сопротивления тепло передается материалу излучением или теплопроводностью от введенного в печь сопротивления. Электрические печи сопротивления обычно используют для термической обработки изделий, которые должны изменять свою температуру в соответствии с заданным режимом обработки. Для печи периодического действия (садочной) характерно неизменное положение нагреваемого тела (садки) в течение всего времени пребывания в печи. Цикл работы печи включает загрузку, тепловую обработку по заданному режиму и выгрузку. Печь может работать круглосуточно (тогда циклы непрерывно следуют друг за другом) или с перерывами – в одну или две смены.

Традиционным решением для управления температурой в печах для варки стекла является терморегулятор. Самые известные в России организации, выпускающие данные устройства: НПК «ВАРТА»; ООО НПП «Системы контроля», Приборостроительный завод "Термодат"; ООО "Производственное Объединение Овен".

Данные фирмы имеют схожие преимущества и недостатки:

Преимущества: относительно низкая стоимость.

Недостатки:

- Элементы отображения — семисегментные индикаторы, индикаторные светодиодные лампы. Данные элементы не позволяют создать современный человеко-машинный интерфейс.

- Нет возможности расширить функционал устройства в процессе эксплуатации, потому что отсутствует возможность перепрограммирования.

Было рассмотрено несколько организаций зарубежного рынка: LOVATO ELECTRIC S.P.A., ITALY; Unitronics Inc., USA.

Преимущества:

- Широкие возможности программирования с использованием программного обеспечения производителя или его партнеров.

- Использование принципа PLC+HMI (совмещение функций контроллера и элемента ввода-вывода в одном устройстве), что позволяет повысить компактность устройства и добиться лучшей гибкости в настройке параметров.

- В качестве HMI используется полноценный сенсорный дисплей, что позволяет гибко настраивать систему под нужды заказчика.

- Возможности расширить функционал устройства в процессе эксплуатации под требования заказчика.

Недостатки:

- Цена относительно традиционных решений, применяющихся в России, выше.

В связи с этим данные производители являются для нас ориентиром.

Нами разработан макет системы управления с обратной связью на основе ПИ-регулятора для управления и контроля температуры.

Описание комплекса

Система управления температурой в печи представляет собой несколько устройств, связанных вместе посредством различных интерфейсов, которые передают и обрабатывают информацию, управляют нагрузкой:

1. Микроконтроллер ATmega2560.

Микроконтроллер, включающий в себя различные периферийные устройства, является связующим звеном между остальными частями макета. Данный контроллер, ATmega2560 на плате Arduino Mega 2560 R3, был выбран из-за большого объема FLASH-памяти.

2. Модуль термопары — микросхема CJMCU-MAX31856.

CJMCU-MAX31856 Thermocouple Module High Precision Development Board (Модуль высокоточной обработки термопары) от Maxim Integrated позволяет быстро и несложно реализовать готовый измерительный тракт для работы с термопарами (K, J, N, R, S, T, E и В типов) на одной микросхеме, т.к. содержит в себе все необходимые и достаточные функциональные блоки, в том числе 19-Bit АЦП, позволяет учитывать напряжение холодного спая термопары, например, типа К при максимальной температуре 1372 °C равное 54.886 мВ [1]. В настоящем проекте термопара типа К выбрана для обеспечения измерения в необходимом температурном диапазоне от –180 до +1300 °C [1].

3. Симисторная сборка.

Симисторная сборка управляет подачей напряжения от сети на нагревательный элемент. Для этого используется симистор, управляемый сигналом с микроконтроллера, с помощью которого симистор закрывается или открывается и, соответственно, реализуется подача напряжения на нагревательный элемент печи. Когда на симисторную сборку подается 5В — симистор закрыт, когда 0В — открыт. Для управления симистором

используется ШИМ сигнал с коэффициентом заполнения в относительных единицах Output (от 0 до 1023). То есть за 1 сек на нагревательный элемент поступает от 0 до 100 % от максимального количества энергии (или на симистор попадет от 0 до 100 полупериодов сетевого напряжения).

4. Сенсорный TFT дисплей Nextion NX8048T050.

Для реализации любых проектов, будь то умный дом или производственная автоматика, необходимо устройство ввода/вывода. Простой вариант – семисегментные светодиодные индикаторы, но такая реализация будет неудобной для использования. Применение LCD дисплея более распространено на рынке, но такое решение не позволяет быстро и удобно обеспечить доступ информации пользователю, особенно в случае большого количества параметров. Чтобы система была современной и удобной – нужно использовать полноценные дисплеи желательно с сенсорным вводом. Сенсорный дисплей Nextion выступает в роли удобного человеко-машинного интерфейса (HMI). Среда разработки Nextion предоставляет широкий набор стандартных элементов для упрощения работы с дисплеем. Обмен данных с микроконтроллером происходит по стандартному интерфейсу UART.

5. Печь с нагревательным элементом.

Внутри печи находится нагревательный элемент, представляющий собой провод с малым сопротивлением (≈ 100 Ом) и высокой температурой плавления.

Описание принципиальной схемы комплекса со всеми устройствами

Управляемые элементы показаны на принципиальной схеме комплекса на рисунке 1 и краткий перечень элементов приведен в таблице 1.

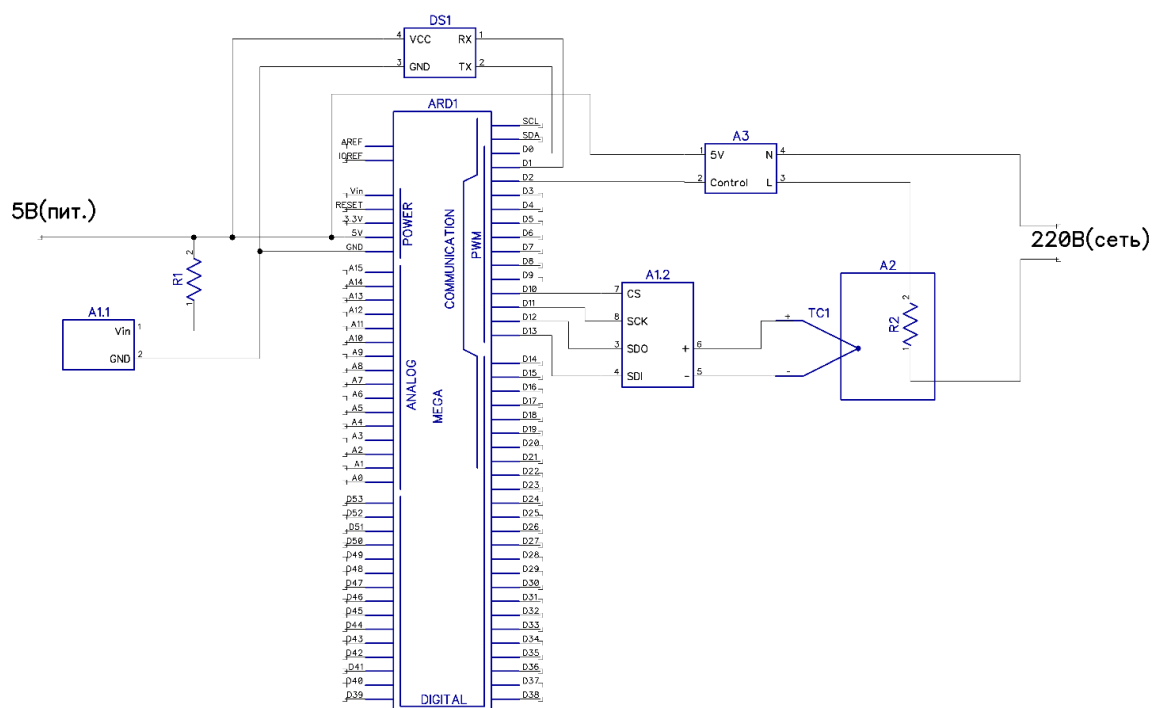


Рис.1 принципиальная схема комплекса со всеми устройствами

Для работы комплекса требуется источник постоянного напряжения (ИПН) с напряжением на зажимах равным 5 В и источник переменного напряжения в 220В. Входной ток модуля высокоточной обработки термодпары 2мА [2], поэтому нужен резистор R₁, ограничивающий ток питания модуля термодпары, с сопротивлением 2.5 кОм.

На схеме камера печи изображена условно для того, чтобы показать, что термопара и нагревательный элемент печи находятся внутри неё. Как видно, переменный ток сетевого напряжения проходит через симисторную сборку, которая осуществляет коммутацию этого тока, далее этот ток поступает непосредственно на печь, где происходит преобразование электрической энергии в тепловую.

Таблица 1

Позиционное обозначение	Описание
A1	CJMCU-MAX31856 (модуль высокоточной обработки термопары)
A2	камера печи
A3	симисторная сборка
R2	нагревательный элемент печи, представленный в виде резистора, 100 Ом
R1	резистор ограничивающий ток питания модуля термопары, 2.5 кОм
ARD1	Arduino Mega 2560 R3 с ATmega2560
DS1	Nextion NX8048T050 - 5.0" LCD TFT HMI интеллектуальный сенсорный дисплей
TC1	термопара типа K

Заключение

Разработанный макет системы управления отличается от традиционных терморегуляторов, предлагаемых на российском рынке:

- Возможностью создавать до 10 программ нагрева и сохранять их в памяти.
- Выводом информации о температуре и цикле нагрева на TFT дисплей с возможностью построения графика температуры в реальном времени.
- Настройкой коэффициентов регулятора вручную с TFT дисплея, используя встроенный алгоритм нахождения времени регулирования и отображение его на дисплее с возможностью записи на SD-карту.
- Сохранением данных о работе комплекса на SD-карту.
- Отображением сообщений об ошибках на дисплее в случае их возникновения в удобном пользователю виде.
- Интуитивно понятным человеко-машинным интерфейсом.
- Возможностью расширить функциональность комплекса по требованию заказчика путём перепрограммирования микроконтроллера и дисплея.

Список литературы

1. ГОСТ Р 50342-92 (МЭК 584-2-82) Преобразователи термоэлектрические. Общие технические условия
2. Техническое описание модуля высокоточной обработки термопары MAX31856 [электронный ресурс] URL: <https://www.compel.ru/item-pdf/bc72dddbfdaeb6899908c1b93692326d/ps/max~max31856.pdf> (дата обращения 09.05.2019)