

## ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕРМОПРОФИЛЕМ ИНФРАКРАСНОЙ ПАЙКИ

студент гр. 915441 Банах К. А.,

Научный руководитель – д. т. н. Ланин В. Л.

Белорусский государственный университет радиоэлектроники и информатики  
Минск, Беларусь

Задачи системы управления термопрофилем инфракрасной пайки – поддержание заданного пользователем термопрофиля инфракрасной пайки, компенсация влияния внешней среды и инерционности процесса [1].

Для решения данной задачи система включает в себя системы нагрева и охлаждения, датчики температуры, интерфейс для взаимодействия с пользователем и блок управления процессом. Структурная схема системы представлена на рис. 1.

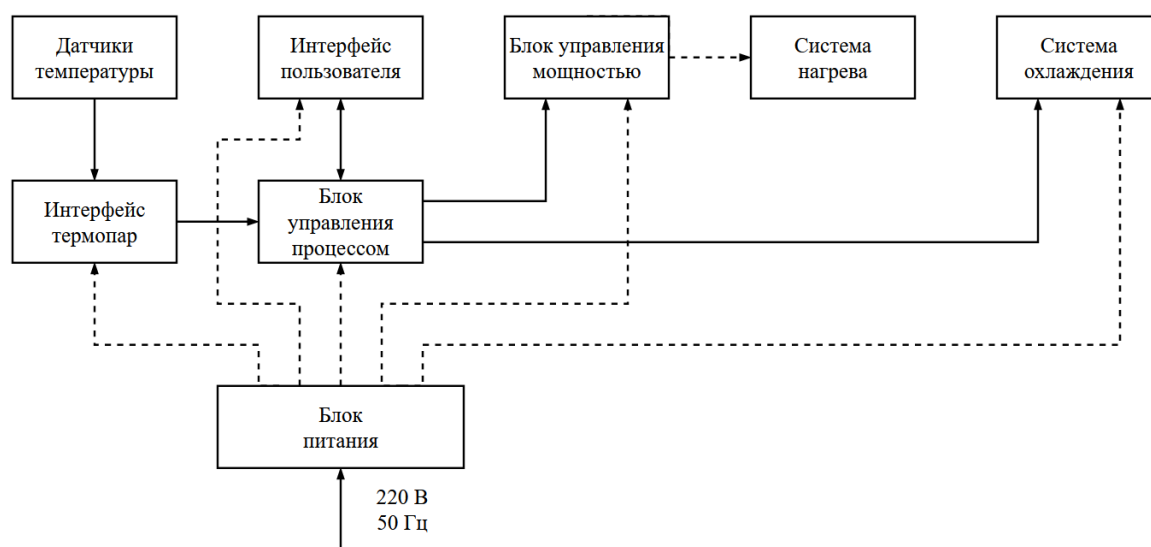


Рис 1. Структурная схема системы управления

Блок управления процессом служит для обработки запросов, полученных с интерфейса пользователя. Также непосредственно в процессе пайки он занимается сбором данных с датчиков, находящихся в зоне пайки. На основе их показаний выполняется корректировка температуры при помощи систем охлаждения и нагрева.

В блоке управления применен микроконтроллер STM32F373CC6, который относится к семейству STM32F3. Данное семейство микроконтроллеров предназначено для работы в системах, где требуется быстрая отработка штатных и аварийных ситуаций [2].

В блоке управления доступно 3 канала для подключения термопар в качестве датчиков температуры. В качестве интерфейса термопар используется микросхема MAX31855.

MAX31855 выполняет компенсацию холодного спаия и оцифровывает сигнал от термопары. Данные выводятся в знаковом 14 битном формате по интерфейсу SPI. Данный преобразователь имеет разрешение до 0,25 °C, позволяет измерять температуру от +1800 °C до -270 °C и точность показаний составляет ±2 °C [3].

Система охлаждения состоит из набора кулеров, предназначенных для удаления из зоны пайки горячего и подачи холодного воздуха.

Система нагрева представляет собой набор инфракрасных ламп, конструкция которых состоит из вольфрамовой спирали внутри герметичной кварцевой трубки. Динамическая подстройка мощности выполняется при помощи управляющего ШИМ-сигнала подаваемого на блок управления мощностью. Для управления нагрузкой используется схема управления на симисторе в паре с детектором нуля, представленная на рис. 2.

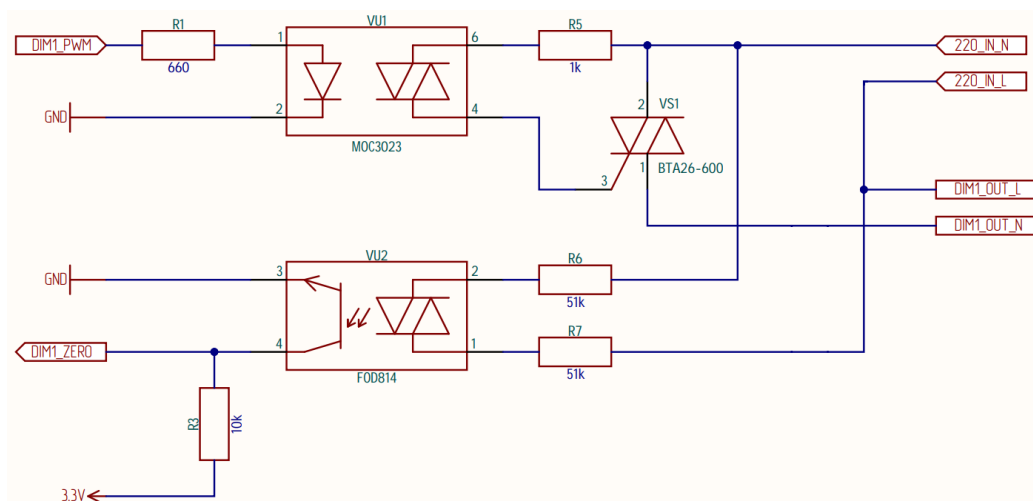


Рис 2. Схема электрическая принципиальная блока управления мощностью

Интерфейс пользователя реализован при помощи сенсорной панели HMI Nextion NX8048P070-11C, которая имеет диагональ 7 дюймов и разрешение 800x600 пикселей. Обмен данными между интерфейсом пользователя и блоком управления осуществляется по интерфейсу UART [4].

Процесс инфракрасной пайки обладает некоторой неравномерностью, что вытекает из инерционности процесса. Это явление приводит к отклонениям реального технологического процесса от заданного термопрофиля. Для компенсации инерционности, а также влияния внешней среды на технологический применяется программный ПИД-регулятор.

В качестве коэффициента пропорциональности выступает разница между текущей температурой и заданной. Чтобы скомпенсировать влияние внешней среды на процессы используется интегральная составляющая, которая с течением времени подбирает такой вклад в систему, что компенсирует потери окружающей среды в зоне пайки. Дифференциальная составляющая помогает избежать задержек между воздействием и реакцией системы. Без данной составляющей блок управления начал бы снижать температуру раньше, чем была бы достигнута нужная точка из-за уменьшения рассогласования. [5].

### Литература

1. Gibbs R. A Guide to Infrared Rework on BGAs// SMT 2009. May/June.
2. Микроконтроллеры STM32G4 полностью заменяют STM32F3? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.compel.ru/lib/139090>.
3. MAX31855. Cold-Junction Compensated Thermocouple-to-Digital Converter. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.maximintegrated.com/en/products/interface/sensor-interface/MAX31855.html>.
4. HMI Nextion NX8048P070-11C. Datasheet. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nextion.tech/datasheets/nx8048p070-011c/>
5. Фёдоров А. ПИД-регулятор. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/145991/>.