

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПОРТАТИВНЫМ КОФЕ-ПРИНТЕРОМ

Ф. Р. Лемачко¹⁾, А. А. Дерюшев²⁾

¹⁾ Белорусский государственный университет,
пр. Независимости, 4, 220030, г. Минск, Беларусь

²⁾ Научный руководитель, кандидат технических наук, доцент

Система управления портативным кофе-принтером – комплекс технических решений, реализующих управление устройством, которое позволяет создавать сложные узоры и изображения на кофейной пене. В отличие от известных, разработанная система использует недорогие широко распространённые беспроводные модули на базе ESP32, что позволило снизить габариты и энергопотребление системы при расширении ее функциональных возможностей. Использование кругового вращения подставки позволило увеличить скорость печати и уменьшить число движений приводного механизма

Ключевые слова: портативный кофе-принтер; беспроводные технологии; firmware; мобильное приложение; пищевая печать.

Введение

Печать на пене напитков – это относительно новая технология, позволяющая создавать индивидуальные изображения и узоры на поверхности кофе, коктейлей и других напитков. Данная технология открывает широкие возможности для персонализации и поднятия на новый уровень визуального представления напитков. Однако, несмотря на широкие возможности, существующие решения имеют ряд ограничений, включая высокие затраты на обслуживание, необходимость в постоянной замене расходных материалов и сложности в эксплуатации. Анализ существующих аналогов показывает, что большинство кофе-принтеров используют прямоугольные координаты для перемещения рабочего органа, что, на наш взгляд, не является оптимальным решением для данного случая, поскольку абсолютное большинство чашек и стаканов имеют круглую форму. Кроме того, перемещение по трем координатам обычно осуществляется в верхней части печатающего устройства, что усложняет конструкцию данного блока.

В работе описана разработанная авторами система управления кофе-принтером, имеющая беспроводное подключение к мобильному телефону и реализующая круговое движение чашки с напитком в нижней части принтера, упростившая механику управления рабочим органом при увеличении скорости печати и снижении шума работы. К плюсам такой системы управления можно также отнести экономичность, простоту обслуживания, универсальность и портативность.

Описание системы

Система управления включает в себя микропроцессорный блок управления, шаговые двигатели и датчики положения. Часть логики системы управления реализована в мобильном приложении для операционной системы Android.

Принцип работы блока управления портативного кофе-принтера основывается на взаимодействии мобильного устройства с принтером через WiFi, где микроконтроллер блока управления функционирует как точка доступа. Пользователь может выбрать изображение или нарисовать его непосредственно в мобильном приложении. После этого изображение обрабатывается и переводится в массив собственных команд, наподобие G-code в 3D-принтерах. Отправка данных на блок управления происходит посредством HTTP-протокола через WiFi-соединение. Получив данные, микроконтроллер обрабатывает их, преобразуя изображение из заданной си-

стемы команд в конкретные шаги для шаговых двигателей. Этот процесс включает в себя заполнение массива данных, необходимого для печати. Как только подготовка данных завершена, начинается процесс печати. Микроконтроллер управляет двигателями таким образом, чтобы точно воспроизвести выбранное или созданное изображение на поверхности пены напитка, позволяя создавать детализированные и сложные узоры. Использование WiFi технологии является ключевым элементом системы управления, которая позволяет передавать данные с мобильного устройства на принтер и отслеживать состояние печати в реальном времени. Координаты печати задаются в сферических значениях (азимут, угол, радиус), что расширяет возможности печати по сравнению с традиционными декартовыми системами, так как печать проходит в емкостях округлой формы.

Весь процесс проектирования электрической схемы и печатной платы проводился в системе автоматизированного проектирования (САПР) Altium Designer. При разработке печатной платы для блока управления портативного кофе-принтера использовался комплексный подход, начиная от выбора элементов питания до программирования микроконтроллера. Основой автономной работы устройства стали встроенная литий-ионная аккумуляторная батарея. На плате предусмотрен разъем USB Type-C для удобства зарядки устройства, что позволяет пользователю легко поддерживать работоспособность устройства. На плате предусмотрены такие важные элементы как контроллер заряда литий-ионных аккумуляторных батарей. Также, для повышения точности, качества печати и отслеживания крайних положений каретки, были использованы оптопары в качестве конечных выключателей. Важную роль в точности печати играют шаговые двигатели, управляемые драйверами TMC2209 – эффективные и точные драйверы, обладающие низким энергопотреблением в спящем режиме, что положительно сказывается на продолжительности автономной работы устройства. Драйверы имеют плавное и точное перемещение печатающей головки, что критически важно для создания детализированных изображений. Центральным элементом системы управления является микроконтроллер ESP32-WROOM-32. ESP32-WROOM-32 является мощным Wi-Fi + Bluetooth Low Energy (BLE) модулем, разработанным компанией Espressif Systems. Предназначен для решения для множества IoT (Internet of Things) приложений, отличающихся высокой производительностью, широким набором функций и низким энергопотреблением. Для программирования микроконтроллера был выведен Universal Asynchronous Receiver-Transmitter (UART)-интерфейс, см. рисунок. Главной проблемой данного микроконтроллера является обеспечение стабильного, непрерывного питания. Для решения этой проблемы был выбран линейный регулятор напряжения NCP187AMT330TAG. NCP187AMT330TAG относится к семейству высокоэффективных, маломощных линейных регуляторов напряжения, предназначен для приложений, требующих стабилизированного выходного напряжения с низким уровнем шума и высокой точностью.

Для программирования блока управления, а именно микроконтроллера ESP32-WROOM-32 была использована среда разработки ESP-IDF (Espressif IoT Development Framework). Основой для работы с Wi-Fi и HTTP-протоколами послужили стандартные библиотеки ESP-IDF, которые облегчают реализацию сетевых соединений и передачи данных. Для работы с HTTP использовались библиотеки для реализации HTTP-сервера, позволяющего получать запросы и отправлять ответы клиенту, которым в данном случае является мобильное устройство. Также были использованы библиотеки для реализации работы микроконтроллера в качестве точки доступа. Для отладки программы использовалась отладочная плата ESP32 DevKitC. Эта плата предоставляет удобный доступ ко всем GPIO и функциям ESP32, позволяя легко подключать периферийные устройства и мониторить выполнение программы.

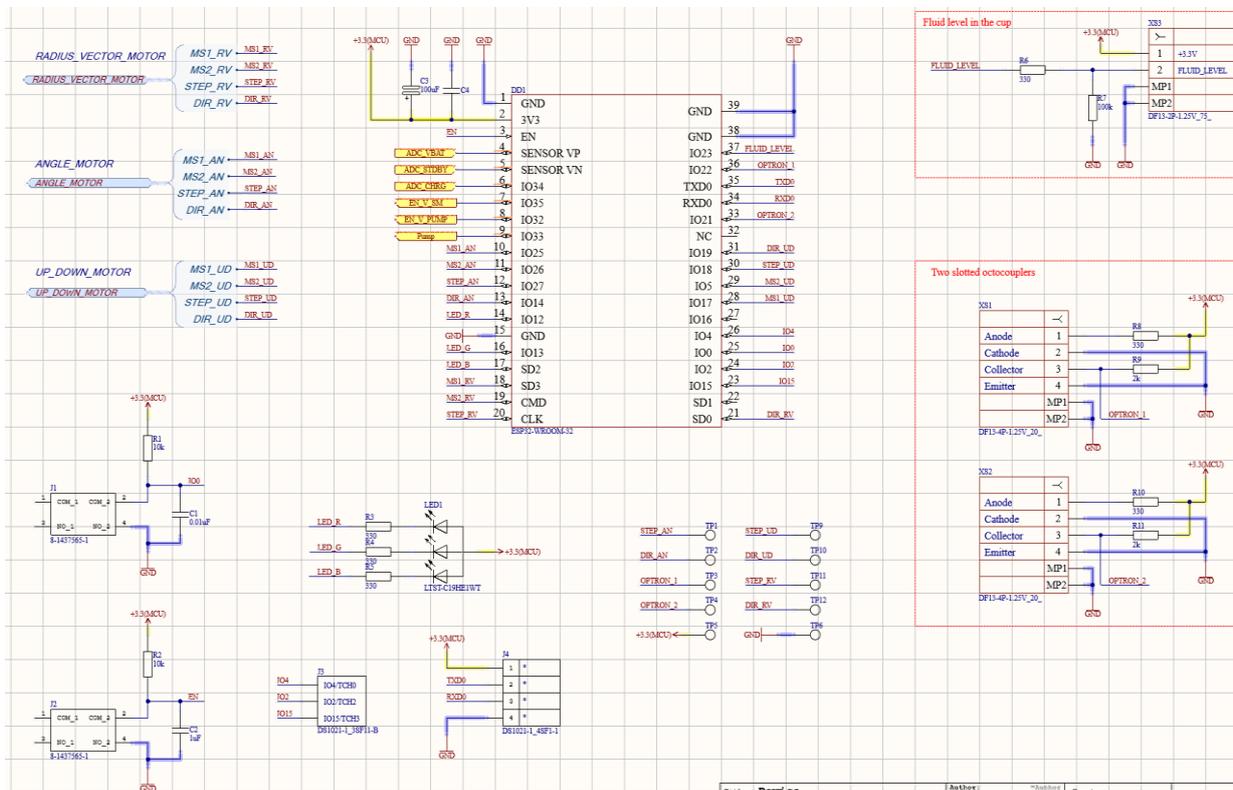


Схема подключения ESP32-WROOM-32 и периферии

Библиографические ссылки

1. Принцип работы принтера для печати на кофе [Электронный ресурс].
URL: <https://coffeefan.info/что-такое-кофейный-принтер.html> (дата обращения: 25.03.2024).
2. ESP32 Series Datasheet [Электронный ресурс].
URL: https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datasheet_en.pdf (дата обращения: 20.03.2024).
3. TMC2209 Datasheet (PDF) TRINAMIC Motion Control [Электронный ресурс]. URL: <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/1180128/TRINAMIC/TMC2209.html> (дата обращения: 14.03.2024).