

Полная программа

Embedded-разработчик

Embedded Developer

Длительность курса: 110 часов

Модуль 1. Введение в микроконтроллер

Тема 1
Вводное занятие, знакомство с курсом и микроконтроллером

Цель занятия

знакомство с программой и командой; применение микроконтроллеров; искать мануалы (техническую документацию) на микроконтроллеры и читать их; разбираться в функциональных узлах микроконтроллера.

Краткое содержание

знакомство с содержанием программы и командой; применение микроконтроллеров, архитектура, мануалы.

Тема 2
Плата ESP32 DevKit как электронное устройство

Цель занятия

познакомиться с инструментами и схематехникой, выбранной для изучения модуля (платой разработки DevKit), подключение к источнику питания и к компьютеру.

Краткое содержание

планы для прототипирования; платы с ESP; принципиальные схемы, инструменты их рисования; принципиальная схема модуля; симулятор, Wokwi.

Тема 3
Начало работы с Kit

Цель занятия

познакомиться с ПО для программирования микроконтроллеров; получить навыки поиска и установки библиотек, убедиться, что их комплект работает, выполнить простейший скетч.

Краткое содержание

принципы программирования микроконтроллера; подробнее об IDE, какие есть, чем хороши и чем плохи; где брать библиотеки и как они выглядят; что такое "прошивка", компиляция, сборка, Blink.

Тема 4
Проектирование и расчет системы питания

Цель занятия

знать особенности схематехники источников питания (DC) для микроконтроллерных устройств.

Краткое содержание

источники питания (линейные, импульсные изолированные/не изолированные) АС-DC, DC-DC; симуляция питания.

Тема 5
Проектирование печатных плат для импульсных и линейных источников питания

Цель занятия

узнать лучшие практики при разработке печатных плат (ПП) для микроконтроллеров.

Краткое содержание

выбор геометрии печатных проводников для сильноточных приложений; компоновка и трассировка линейных и импульсных преобразователей напряжения на печатной плате для снижения влияния паразитных ёмкостей и индуктивностей; выбор стека слоев печатной платы для цифровых, аналоговых, СВЧ и гибридных устройств.

Тема 6
Проектирование и расчет схем с различными нагрузками // ДЗ

Цель занятия

получить знания и методику расчета схематехники сопряжения устройств с различным напряжением питания, а также подключения исполнительных устройств (в т.ч. силовых), критерии выбора компонентов.

Краткое содержание

безопасное подключение к микроконтроллеру; согласование уровней сигналов с различным уровнем питания; полевой транзисторный ключ и его особенности, расчет схем; драйверы управления двигателями; реле и оптроны; параметры; примеры расчет схем.

Домашние задания

Проектирование и расчет схем для управления мощными нагрузками, согласование устройств с различными уровнями питания

Цель

Научиться рассчитывать принципиальные схемы для передачи сигналов с внешних устройств и управления нагрузками (включая силовые) при сопряжении с микроконтроллером.

Тема 7
Выбор темы проектной работы, формирование технического задания на проект

Цель занятия

выбрать и обсудить тему проектной работы; спланировать работу над проектом; ознакомиться с регламентом работы над проектом; понять, как правильно формировать техническое задание.

Краткое содержание

правила работы над проектом и специфика проведения итоговой защиты; требования к результату проекта и итоговой документации; формирование технического задания согласно правилам проектирования.

Модуль 2. Базовые практики Embedded

Тема 1
Элементы микроконтроллера: память-CPU-таймер (обычные, не RTC)

Цель занятия

знать архитектуру МК ESP32, уметь пользоваться (программировать) таймер, временными интервалами; понимать основу работы прерывателя RTCOS.

Краткое содержание

карта памяти; особенности CPU, регистры, система команд, адресация в командах; таймер вообще (в понимании Arduino); таймер как генератор прерываний, таймер ESP-IDF, ticker, таймер в понимании RTCOS.

Тема 2
Схематехника аналоговых подключений // ДЗ

Цель занятия

понимать схематехнику Аналог-Цифра-Аналог; уметь рассчитать подключение к микроконтроллеру механических (кнопки) и аналоговых источников.

Краткое содержание

схематехника усилителей и согласователей импеданса (с причеслом согласования с АЦП/ЦАП); датчики кнопочного типа.

Домашние задания

Проектирование и расчет усилителей и других элементов для ввода и вывода аналоговых сигналов.

Цель

производить расчет схемы для оцифровки слабых аналоговых внешних сигналов при помощи микроконтроллера и вывода произвольных аналоговых сигналов с микроконтроллера.

Тема 3
Трассировка высокочастотных и помехозащитных аналоговых схем на платах совместно с микроконтроллером

Цель занятия

понимать технологии получения помехозащитных элементов печатных плат для использования высокочастотных элементов совместно с микроконтроллером.

Краткое содержание

волновое сопротивление линии (моделирование длинной линии), спектр импульсных сигналов; перекрёстные помехи, задержки распространения сигналов на печатной плате и инструменты для их предварительного анализа; рекомендации по трассировке для уменьшения паразитной индуктивности и ёмкости печатных проводников при трассировке печатной платы.

Тема 4
Элементы микроконтроллера: программирование GPIO // ДЗ

Цель занятия

понимать архитектуру микроконтроллера в части GPIO; уметь программировать поведение GPIO для ввода и вывода сигналов.

Краткое содержание

принципы программирования GPIO; при помощи таймера дрыгаем ногами, считываем с ног (например клавиатурная матрица для ввода), прерывания.

Домашние задания

Отладка скетчей-проектов в симуляторе Wokwi.

Цель

изучить способы управления GPIO и особенности программирования GPIO ESP32, считывать и управлять многими выводами через расширители портов через GPIO; управлять асинхронными и периодическими задачами внутри программы.

Тема 5
Консультация (Q&A)

Цель занятия

получить консультацию по домашним заданиям; получить ответы на вопросы.

Краткое содержание

вопросы по проекту и домашним заданиям; вопросы по программе.

Тема 6
Схематехника ШИМ, АЦП, ЦАП

Цель занятия

понимать схематехнику АЦП, ЦАП и подключения устройств, управляемых ШИМ.

Краткое содержание

ЦАП; использование ШИМ, АЦП; подключение аналоговых устройств к встроенному АЦП; подключение внешних на ШИМ.

Тема 7
Элементы микроконтроллера: ШИМ, АЦП, ЦАП

Цель занятия

знать, как программируется АЦП, ЦАП, встроенный контроллер ШИМ в разных режимах.

Краткое содержание

ЦАП; использование ШИМ; встроенный аппаратный ШИМ; АЦП.

Тема 8
Схематехника: цифровые интерфейсы, длинные линии // ДЗ

Цель занятия

понимать схематехнику подключения устройств I2C, I2S, SPI, а также сопряжение с шинами CAN, RS-232.

Краткое содержание

схематехника для подключения последовательных интерфейсов: I2C, SPI, I2S, RS-232 (485), CAN; особенности шин и согласований нагрузок/длинных линий; внешние АЦП/ЦАП.

Домашние задания

Расчет схемы электрической принципиальной при использовании I2C, SPI интерфейсов

Цель

привести расчет схемы электрической принципиальной при использовании I2C, SPI интерфейсов

Тема 9
Последовательные интерфейсы, их практическое использование // ДЗ

Цель занятия

знать, как запрограммировать работу цифровых устройств I2C в т.ч. нескольких на одной шине и на разных шинах.

Краткое содержание

I2C - программируем подключенное цифровое устройство (дисплей), программируем устройство ввода, тензодатчик (I2C АЦП).

Домашние задания

Отладка скетчей-проектов, которые выводят данные на дисплей.

Цель

программировать ввод/вывод данных через UART и шину I2C (создать две программы в виде отдельных проектов в симуляторе Wokwi (или в виде прошивки); первая программа выводит на дисплей имя и дату рождения студента, а вторая опрашивает датчик I2C и выводит результат на дисплей).

Тема 10
Программирование I2S. Разбор вопросов по домашним заданиям

Цель занятия

понимать протокол I2S, знать, как запрограммировать встроенный контроллер I2S на различные режимы работы; узнать о нестандартных применениях I2S; получить консультацию по домашним заданиям, получить ответы на вопросы по предыдущим занятиям.

Краткое содержание

протокол I2S, его варианты и применение; архитектура контроллера I2S, режимы работы, возможности нестандартного применения; воспроизведение звука; вопросы качества передачи с DMA; консультация по домашним заданиям, разбор вопросов по программе.

Тема 11
Элементы микроконтроллера: DMA как запрограммировать поток данных на устройство

Цель занятия

программировать встроенные интерфейсы и DMA.

Краткое содержание

использование DMA для ввода/вывода данных на устройство; особенности использования DMA для каждого из встроенных контроллеров, отличия реализации DMA в ESP32 от STM32.

Модуль 3. Продвинутые практики Embedded

Тема 1
Схематехника: подключение "продвинутых" плат (shields) - Ethernet и др. SPI-образные

Цель занятия

понимать и уметь разработать схемы эл. принципиальные подключения устройств SPI.

Краткое содержание

Ethernet SPI-шилды; SPI-CAN адаптер; SPI - RC522 RFID/транспондер/кардридер, акселерометр и т.п.

Тема 2
Программирование устройств SPI // ДЗ

Цель занятия

программировать взаимодействие с устройствами на SPI шине; понимать принцип реализации файловой системы на микроконтроллере и уметь ее применять.

Краткое содержание

SPI: внешняя флеш-карта; файловая система на внутренней флеш и на внешней карте; воспроизведение файлов в файле и в флеш; воспроизведение файла на I2S.

Домашние задания

Работа с файлами на флеш-карте: сохранение лога работы устройства (вариант - воспроизведение музыки mp3 с флеш-карты).

Цель

закрепить знания по интерфейсу SPI и навыки программирования в среде RTOS.

Тема 3
Программируем TCP/IP // ДЗ

Цель занятия

понимать основы сетевого взаимодействия МК устройств, базовый стек TCP/IP его расширения и применимость в МК устройствах.

Краткое содержание

программирование на стеке TCP/IP; объекты Ethernet, WiFi, их методы; применение UDP, ESP-NOW.

Домашние задания

Сохранение лога работы устройства на сервере syslog.

Цель

закрепить навыки по программированию взаимодействия по сети (локальной и Интернет).

Тема 4
Схематехника: понятие антенн, понятие об СВЧ, подключение радиомодулей

Цель занятия

понимать схематехнику СВЧ-устройств (антенн), способы их подключения к микроконтроллеру, принципы работы с ними при проектировании устройств на базе МК.

Краткое содержание

понятие СВЧ, принципы ERLC схем; понятие об антеннах, LoRa, ERLS; SDR - что это такое; подключение радиомодулей.

Тема 5
Проектирование антенн на печатной плате // ДЗ

Цель занятия

познакомиться с PCB антеннами и методами их проектирования; рассмотреть инструменты AWR Design Environment для проектирования PCB антенн.

Краткое содержание

виды антенн на печатных платах (керамические и печатные антенны); согласование выходов микросхем и печатных антенн; антенны для ближней радиочастотной связи RFID и NFC; инструменты проектирования и анализа печатных антенн (моделирование).

Домашние задания

Разработка эскиза печатной платы для своего проекта.

Цель

подготовить эскиз печатной платы.

Тема 6
TCP/IP - продолжение, WiFi

Цель занятия

знать особенности работы WiFi на ESP32, различные режимы; знать способы запрограммировать ESP32 для работы в любом режиме встроенного WiFi.

Краткое содержание

программирование деталей WiFi - режимы AP и ST, mesh, scan, promiscuous mode.

Тема 7
OTA: Обновление прошивки по WiFi / Разбор вопросов по программе и домашним заданиям

Цель занятия

понимать особенности распределения разделов (partitions) памяти для выполнения обновления OTA; решать вопросы информационной безопасности при удаленном обновлении прошивки; встраивать в свои программы код OTA; получить ответы на вопросы по домашним заданиям.

Краткое содержание

распределение памяти (partition table) для OTA; режимы OTA, вызов системных функций для выполнения OTA; вопросы защиты информации (прошивки); вопросы по домашним заданиям.

Тема 8
Сетевые протоколы верхнего уровня - NTP, HTTP, SMNP, Syslog, MQTT

Цель занятия

уметь использовать полученные ранее базовые знания по сетевым программам для программирования работы с высокоуровневыми сетевыми протоколами.

Краткое содержание

программирование взаимодействия на основе высокоуровневых протоколов; веб-сервер, NTP, SNMP;

Тема 9
Bluetooth

Цель занятия

уметь запрограммировать МК для взаимодействия по протоколу Bluetooth.

Краткое содержание

Bluetooth как средство взаимодействия устройств на близком расстоянии.

Тема 10
BLE, ядро низкого потребления, RTC

Цель занятия

уметь запрограммировать МК для взаимодействия по протоколу Bluetooth.

Краткое содержание

программирование ядра низкого потребления ULP "просыпание" через RTC; программирование BLE.

Тема 11
Проверка и реализация математических алгоритмов

Цель занятия

узнать при помощи ПЛО оценить применимость выбранного алгоритма для решения поставленной задачи и перейти к кодированию указанного алгоритма

Краткое содержание

проверка гипотез (математики) в ПО с последующей кодированием и переносом на целевую платформу.

Модуль 4. Проектная работа

Тема 1
Консультация по проектам и домашним заданиям

Цель занятия

получить ответы на вопросы по проекту, домашним заданиям, программе.

Краткое содержание

вопросы по улучшению и оптимизации работы над проектом; затруднения при выполнении домашних заданий; вопросы по программе.

Домашние задания

Проектная работа - Проектирование прототипа цифрового устройства на основе микроконтроллера ESP32.

Цель

подготовить проект для портфолио, который позволит закрепить и продемонстрировать знания и навыки, полученные в ходе обучения; знать как устроены внутренние компоненты микроконтроллеров; программировать основные компоненты и понимать, как они взаимодействуют в микроконтроллерах;

связывать микроконтроллер с периферийными устройствами по протоколам взаимодействия;

понимать основы электроники, электротехники и радиотехники; читать и строить электрические схемы;

разрабатывать печатные платы цифровых устройств.

Тема 2
Защита проектных работ. Подведение итогов курса

Цель занятия

защитить проект и получить рекомендации экспертов; узнать, как получить сертификат об окончании курса, как взаимодействовать после окончания курса с OTUS и преподавателями.

Краткое содержание

презентация проектов перед комиссией; вопросы и комментарии по проектам; организационные вопросы; статистика и вопросы по программе.