

《 嵌入式操作系统 》本科课程教学大纲

一、课程基本信息

课程名称	(中文) Embedded Operating System				
	(英文) Embedded Operating System				
课程代码	2050400	课程学分		3	
课程学时	48	理论学时	16	实践学时	32
开课学院	信息技术学院	适用专业与年级		计算机大三	
课程类别与性质	专业选修课	考核方式		考查	
选用教材	主教材【程涛等编著， <u>嵌入式操作系统设计与实现：基于 STM32 微控制器(第一版)</u> ，北京：中国轻工业出版社，2025.】 辅教材【刘火良等编著，uC/OS-III 内核实现与应用开发实战指南（第一版），北京：机械工业出版社，2020.】			是否为马工程教材	否
先修课程	程序设计基础（C 语言）、数字逻辑电路、单片机原理与技术				
课程简介	本课程主要讲述基于 STM32 微控制器芯片与实时操作系统 RTOS 的嵌入式系统开发，其中包含嵌入式系统的开发方法、嵌入式系统的外设模块、嵌入式操作系统的原理、及其在 ARM Cortex 系列处理器平台上的移植应用。通过本课程理论教学及配套相关实验的学习，使学生掌握嵌入式系统软硬件设计方法，熟悉嵌入式软件开发的流程，建立嵌入式多任务程序设计的基本思想。 学生通过学习该课程，了解实时操作系统的相关概念，如任务管理、多任务调度、进程上下文切换、时间片轮转、任务间的同步与通信等，掌握将实时操作系统 RTOS 移植到 ARM 平台的方法、熟悉 UCOS-III 实时操作系统的部分实现及其应用程序开发、掌握本课程配套研发的嵌入式操作系统 MOS、包括部分 Linux 内核设计与实现，为学习后续课程和从事实际工作打下坚实的理论和实践基础。				
选课建议与学习要求	本课程是适用于计算机类专业的专业限选课，本课程的基础是 C 语言程序设计、嵌入式软硬件设计等课程，要求具有一定的嵌入式系统基础知识和 C 语言程序设计能力。				
大纲编写人	程涛		制/修订时间	2025.9.7	

专业负责人	戴智明	审定时间	2025.9.8
学院负责人	矫桂娥	批准时间	2025.9.8

二、课程目标与毕业要求

(一) 课程目标

类型	序号	内容
知识目标	1	理解 STM32 微控制器芯片、嵌入式实时操作系统的概念。
	2	掌握嵌入式操作系统的基本原理，包括设计与实现。
技能目标	3	了解嵌入式实时操作系统 UCOS-III 源代码结构。
	4	掌握嵌入式操作系统 MOS 源代码实现。
	5	熟悉 ARM Keil 开发与 FLYMCU 烧录工具，能使用串口调试助手查看嵌入式系统的日志。
	6	能熟练运用绘图工具画嵌入式系统硬件结构图，能熟练运用软件设计工具画嵌入式系统软件架构图。
素养目标 (含课程思政目标)	7	专业知识与德育元素自然和谐，明确爱国、诚信、敬业、友爱的精神，建立符合社会主义道德要求的价值观。
	8	专业知识与国家战略需要相结合，培养具有中国特色、世界眼光和国际素养的高素质工程技术人才。

(二) 课程支撑的毕业要求

L02 问题分析：能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理，识别、表达、并通过文献研究分析复杂工程问题，以获得有效结论。 具备对系统设计、软硬件开发等涉及到的复杂工程问题进行识别与判断，并结合专业知识进行有效分解的能力。
L03 设计/开发解决方案：能够设计针对复杂工程问题的解决方案，设计满足特定需求的系统、单元（部件）或工艺流程，并能够在设计环节中体现创新意识。 对软硬件系统设计遇到的问题能进行调研并明确相关约束条件，针对系统设计完成需求分析。
L05 使用现代工具：能够针对复杂工程问题，开发、选择与使用恰当的技术、资源、现代工程工具和信息技术工具，包括对复杂工程问题的预测与模拟，并能够理解其局限性。 能熟练运用绘图工具，表达和解决计算机系统工程的设计问题。 ②能根据具体项目的特点和需求，选择合适的技术工具进行设计开发。
L08 职业规范：具有人文社会科学素养、社会责任感，能够在工程实践中理解并遵守工程职业道德和规范，履行责任。 ②具备责任心和社会责任感，懂法守法；注重职业道德修养。

(三) 毕业要求与课程目标的关系

毕业要求	指标点	支撑度	课程目标	对指标点的贡献度
L02	①	H	1. 理解 STM32 微控制器芯片、嵌入式实时操作系统的概念。	50%
			2. 掌握嵌入式操作系统的基本原理，包括设计与实现	50%
L03	①	H	2. 掌握嵌入式操作系统的基本原理，包括设计与实现	30%
			3. 了解嵌入式实时操作系统 UCOS-III 源代码结构	20%
			4. 掌握嵌入式操作系统 MOS 源代码实现	50%
L05	①②	M	5. 熟悉 ARM Keil 开发工具与 FLYMCU 烧录工具，能使用串口调试助手查看嵌入式系统的日志	50%
			6. 能熟练运用绘图工具画嵌入式系统硬件结构图，能熟练运用软件设计工具画嵌入式系统软件架构图	50%

三、实验内容与要求

(一) 各实验项目的基本信息

序号	实验项目名称	实验类型	学时分配		
			理论	实践	小计
1	嵌入式操作系统设计方法	②验证型	2	2	4
2	uC/OS-III 实时操作系统	②验证型	2	2	4
3	CPU 编程模型与多任务定义	②验证型	2	2	4
4	Project 目录与 IDE 工程构建	①演示型	0	2	2
5	任务控制块与上下文切换	③设计型	4	4	8
6	操作系统的时钟节拍	③设计型	0	2	2
7	Delay 函数与 Sleep 函数	③设计型	0	2	2
8	时间戳计数器	③设计型	0	2	2

9	同步原语	讲授、实践	2	0	2
10	任务的状态	③设计型	0	2	2
11	优先级调度算法与实现	③设计型	2	2	4
12	时间片调度算法与实现	③设计型	2	2	4
13	任务管理的实现	③设计型	0	2	2
14	内核对象	④综合型	0	2	2
15	综合实验	④综合型	0	4	4
合计			16	32	48

实验类型：①演示型 ②验证型 ③设计型 ④综合型

(二) 各实验项目教学目标、内容与要求

实验 1：（嵌入式操作系统设计方法）

教学要求：

了解：操作系统基本概念、嵌入式操作系统基本概念、以及嵌入式系统设计方法等。

掌握：嵌入式操作系统的基本架构。

教学要点：

- ✚ 操作系统架构
- ✚ 嵌入式操作系统特点
- ✚ 嵌入式操作系统设计方法
- ✚ 实时操作系统 RTOS
- ✚ 嵌入式 Linux 操作系统

教学难点：

- ◆ 嵌入式操作系统设计方法
- ◆ 嵌入式 Linux

实验 2：（ μ C/OS-III 实时操作系统）

教学要求：

了解： μ C/OS 操作系统的发展历史，应用场景，及其软件体系结构。

掌握： μ C/OS 操作系统的移植和体系结构。

教学要点：

- ✚ μ C/OS 操作系统的历史
- ✚ μ C/OS 操作系统的移植要点
- ✚ μ C/OS-II 和 μ C/OS-III 的体系结构
- ✚ μ C/OS 的内核对象

 μ C/OS 的应用开发

教学难点： μ C/OS 操作系统的体系结构。

实验 3：（CPU 编程模型与多任务定义）

教学要求：

了解：ARM Cortex-M4 CPU 是如何支持操作系统实现的，比如 CPU 的寄存器组，任务上下文的切换，NVIC 中断控制器等，同时介绍多任务程序设计的相关概念。

掌握：ARM Cortex-M4 CPU 编程模型。

教学要点：

 ARM Cortex-M4 CPU

 NVIC 中断控制器

 GPIO 外设

 EXTI 外设

 多任务概念

教学难点：ARM Cortex-M4 CPU 编程模型、多任务定义

实验 4：（Project 目录与 IDE 工程构建）

教学要求：

了解：ARM MDK Keil 开发工具，以及工程构建。

掌握：工程目录与编译工具，软硬件调试技术。

教学要点：

 Project 目录的涵义

 IDE 工程构建

 ARM 编译工具链

 开发流程

 硬件调试

教学难点：IDE 工程构建与调试

实验 5：（任务控制块与上下文切换）

教学要求：

了解：RTOS 中任务控制块的概念。

掌握：任务控制块的结构与实现。

教学要点：

 任务控制块

 任务创建函数

 上下文切换

 系统初始化

 系统启动

教学难点：任务上下文切换与系统初始化。

实验 6：（操作系统的时钟节拍）

教学要求：

了解：CPU 内核中的计数器外设，以及系统节拍的驱动代码。

掌握：操作系统的时钟节拍。

教学要点：

✚ 什么是时钟节拍

✚ 时钟节拍 ISR

教学难点：系统节拍的驱动与应用。

实验 7：（Delay 函数与 Sleep 函数）**教学要求：**

了解：Delay 函数与 Sleep 函数的实现。

掌握：延迟与睡眠的概念。

教学要点：

✚ Delay 函数的实现

✚ Sleep 函数的实现

教学难点：Sleep 函数的实现。

实验 8：（时间戳计数器）**教学要求：**

了解：时间戳的实现。

掌握：时间戳与计时概念。

教学要点：

✚ 时间戳计数器

✚ 简易计时 API

教学难点：DWT 时间戳计数器外设。

实验 9：（同步原语）**教学要求：**

了解：操作系统的同步原语（Synchronization Primitives）。

掌握：临界区与同步的概念。

教学要点：

✚ 临界区

✚ 原子操作

✚ 位带操作

✚ 互斥访问

✚ Patterson 算法

✚ 开关中断

✚ 开关抢占

教学难点：临界区与互斥访问的方法实现、性能分析。

实验 10：（任务的状态）

教学要求： 了解：任务的基本状态。 掌握：任务调度相关数据结构。 教学要点： - 任务状态 - 就绪列表 - 等待列表 - 调度实现 - 测试代码 教学难点：任务各状态的切换。
实验 11：（优先级调度算法与实现）
教学要求： 了解：任务优先级的概念。 掌握：优先级调度算法的实现。 教学要点： - 优先级的概念 - 优先级调度算法 - 优先级调度实现 - 测试代码 教学难点：优先级调度实现，优先级调度算法的拓展。
实验 12：（时间片调度算法与实现）
教学要求： 了解：时间片的概念，时间片调度算法的概念。 掌握：时间片调度算法的实现。 教学要点： - 时间片的概念 - 时间片调度算法 - 测试代码 教学难点：时间片调度算法，时间片调度算法的拓展。
实验 13：（任务管理的实现）
教学要求： 了解：多任务的管理。 掌握：任务的创建、删除、挂起、恢复。 教学要点： - 任务的删除 - 任务的挂起 - 任务的恢复 教学难点：任务管理，任务间通信。

实验 14: (内核对象)**教学要求:**

了解: 内核对象的概念。

掌握: 多任务同步技术。

教学要点:

✚ 信号量

✚ 互斥量

✚ 消息队列

✚ 任务信号量

✚ 任务消息队列

教学难点: 任务间通信、任务间同步技术、内核对象拓展。**实验 15: (综合实验)****教学要求:**

了解: 讲解综合实验的要求。

掌握: 嵌入式操作系统的实现, 多任务程序设计。

教学要点:

✚ 学生分组演示 (两人上台)

✚ 实现一个简易的嵌入式操作系统

教学难点: 综合实验的评估。**备注:** 本课程注重实践, 动手写嵌入式操作系统, 授课教师可酌情调整。**(三) 各实验项目对课程目标的支撑关系**

课程目标 实验项目名称	1	2	3	4	5	6
1、嵌入式操作系统设计方法	√		√			
2、μC/OS-III 实时操作系统	√		√		√	√
3、CPU 编程模型与多任务定义	√				√	√
4、Project 目录与 IDE 工程构建		√			√	√
5、任务控制块与上下文切换		√		√		
6、操作系统的时钟节拍		√		√		
7、Delay 函数与 Sleep 函数		√		√		
8、时间戳计数器		√		√		
9、同步原语		√		√		
10、任务的状态		√		√	√	√

11、优先级调度算法与实现		√		√		
12、时间片调度算法与实现		√		√		
13、任务管理的实现		√		√		
14、内核对象		√		√		
15、实验部分		√		√	√	√

四、课程思政教学设计

- 1、结合国内外政治经济形式，融入社会主义核心价值观、优秀传统文化和现代文明成果等元素，让学生在掌握专业知识的同时，提升思想道德素质，树立正确的世界观、人生观和价值观。
- 2、结合国家战略需要，培养具有中国特色、世界眼光和国际素养的高素质工程技术人才。专业知识与德育元素自然和谐，明确爱国、诚信、敬业、友爱的精神，建立符合社会主义道德要求的价值观。
- 3、结合国家卡脖子技术：芯片与操作系统，讲述本专业知识，激发学生的学习热情。
- 4、结合企业案例，培养学生的职业素养。

五、课程考核

总评构成	占比	考核方式	课程目标						合计
			1	2	3	4	5	6	
X1	20	课堂表现	10%	10%	20%	20%	20%	20%	100
X2	20	实验报告	10%	10%	20%	20%	20%	20%	100
X3	20	期中考试	10%	10%	10%	70%	0%	0%	100
X4	40	综合实践	10%	10%	20%	20%	20%	20%	100

评价标准细则（选填）

考核项目	课程目标	考核要求	评价标准			
			优 100-90	良 89-75	中 74-60	不及格 59-0
X1						

X2						
X3						
X4						

六、其他需要说明的问题

X3 客观题、判断题、重点知识为主，考题包含一定的代码阅读量。

X4 综合实践的考核，请参考额外的考核细则，授课教师可酌情调整。