**《嵌入式系统原理及应用》教学大纲**

**一、课程基本信息**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程类别** | 专业选修课程 | | **课程性质** | 选修 | **课程属性** | 理论 | |
| **课程名称** | 嵌入式系统原理及应用 | | | **课程英文名称** | Principles and Applications of Embedded System | | |
| **课程编码** | J35X029D | | | **适用专业** | 计算机科学与技术 | | |
| **考核方式** | 考查 | | | **先修课程** | 单片机原理及应用 | | |
| **总学时** | 32 | **学分** | | **2** | **理论学时** | | 20 |
| **实验学时/实训学时/ 实践学时/上机学时** | | | | 实验学时：12 | | | |
| **开课单位** | | | | 人工智能学院 | | | |

**二、课程简介**

《嵌入式系统原理及应用》是计算机科学与技术专业的专业选修课程。该课程的教学目的和任务是培养学生具有嵌入式系统的基本知识，初步了解嵌入式系统原理及应用。内容包括：嵌入式系统概述、嵌入式系统的开发模式与方法、ARM微处理器处理器的体系结构及其指令系统、ARM应用软件开发环境、应用接口原理及应用、通信接口原理及应用、定时器原理及应用。通过本课程的学习了解嵌入式系统的基本设计方法，掌握常用嵌入式系统的基本结构、原理和应用方法，培养学生合理选用嵌入式系统芯片、设计应用系统的能力，并能够初步应用于工程实践之中。

**三、课程教学目标**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **课程教学目标** | | **支撑毕业要求指标点** | **支撑毕业要求** |
| **知**  **识**  **目**  **标** | **目标1：**  了解嵌入式系统的基本概念和嵌入式系统的开发模式与方法；掌握ARM微处理器处理器的体系结构、ARM应用软件开发环境、应用接口设计、应用接口中断原理及应用；通信接口设计；定时器原理及应用。掌握嵌入式系统的C语言程序设计技术和编程方法。 | 1.3能够将计算机基础知识、专业知识和数学模型用于推演、分析计算机应用领域的复杂工程问题。 | 1.工程  知识 |
| **能**  **力**  **目**  **标** | **目标2：**  熟练使用Keil uVision、STM32CubeMX软件；具备嵌入式系统软硬件设计的基本知识和调试的基本技能；能综合运用嵌入式系统知识解决实际工程问题，进行嵌入式系统设计和开发。 | 3.2 针对用户特定需求，完成计算机应用系统模块(组件)设计、开发和测试。 | 3.设计/开发解决方案 |
| **素**  **质**  **目**  **标** | **目标3：**  锻炼学生的实际动手能力，启迪学生的创新意识与思维，并注意渗透思想教育，构建热爱科学，实事求是的学风和创新精神；进一步培养学生的辨证思维，加强学生的职业道德观念，促使学生素质的全面提高。 | 5.1 能选择适当的软硬件平台来解决计算机科学与技术具体工程问题。 | 5.使用现代工具 |

**四、课程主要教学内容、学时安排及教学策略**

**（一）理论教学**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **教学模块** | **学时** | **主要教学内容与策略** | **学习任务安排** | **支撑课程目标** |
| 嵌入式系统概述 | 2 | **重点：**嵌入式系统的概念；嵌入式系统的组成和类型；嵌入式系统的应用领域及发展趋势；嵌入式系统开发流程。  **难点：**嵌入式系统开发流程。  **思政元素：**通过嵌入式系统的发展概述，激发学生科技报国的家国情怀和使命担当。  **教学方法与策略：**讲解为主、讨论为辅。 | 课前：预习  课堂：思考做好笔记  课后：作业 | 目标1  目标3 |
| ARM Cortex-M3内核与STM32 | 2 | **重点：** ARM体系结构；Cortex-M3的内核结构、寄存器组、存储结构及NVIC；STM32微控制器内部结构，包括系统总线、存储结构及时钟系统。  **难点：** STM32微控制器内部结构，包括系统总线、存储结构及时钟系统。  **思政元素：**通过分析“ARM系统结构及基于arm架构的芯片”，引导学生讨论“我国自主芯片供应”的问题，激发学生“积极乐观，勇于奋斗”的人生态度。  **教学方法与策略：**讲解为主、讨论为辅，启发引导和归纳总结。 | 课前：预习  课堂：思考做好笔记  课后：作业 | 目标1  目标3 |
| STM32微控制器及开发环境  搭建 | 2 | **重点：**了解STM32的性能参数，能够进行基本的器件选型；STM32的三种开发方式，即寄存器方式、标准外设库方式和HAL库方式；独立搭建STM32的开发环境，掌握keil 的调试方法。  **难点：**独立搭建STM32的开发环境，掌握keil的调试方法。  **教学方法与策略：**讲解为主、讨论为辅，启发引导和归纳总结。 | 课前：预习  课堂：思考做好笔记  课后：作业 | 目标1  目标2 |
| STM32最小系统与嵌入式C语言 | 4 | **重点：**STM32最小系统设计；嵌入式C语言的程序结构；嵌入式C语言的条件编译；分析HAL库文件源码。  **难点：**STM32最小系统设计；嵌入式C语言的程序结构。  **教学方法与策略：**讲解为主、讨论为辅**，**启发引导和归纳总结。 | 课前：预习  课堂：思考做好笔记  课后：作业 | 目标1  目标2 |
| 通用输入输出GPIO模块 | 4 | **重点：** STM32F103微控制器GPIO的内部结构、工作模式和使用特性；GPIO的输入输出模式；STM32F103微控制器GPIO相关的标准外设库函数和HAL库函数。  **难点：**STM32F103微控制器GPIO相关的标准外设库函数和HAL库函数。  **教学方法与策略：**讲解为主、讨论为辅；师生互动启发法。 | 课前：预习  课堂：思考做好笔记  课后：作业 | 目标1  目标2 |
| 中断 | 2 | **重点：**中断概念、中断源的分类；STM32F103微控制器的中断类型、优先级概念和中断向量表；STM32F103微控制器的NVIC中断结构和特点；STM32F103微控制器EXTI的内部结构、工作原理和特性；NVIC和EXTI相关的标准外设库函数和HAL库函数；STM32的中断配置过程；基于标准外设库函数进行外部中断的嵌入式系统开发；基于HAL库进行外部中断的嵌入式系统开发。  **难点：**中断控制的应用。  **教学方法与策略：**讲解为主、讨论为辅，问题发现法；师生互动启发法。 | 课前：预习  课堂：思考做好笔记  课后：作业 | 目标1  目标2 |
| 串口通信 | 2 | **重点：**常见的串行通信接口；标准外设库和HAL库中有关USART的库函数； STM32F103微控制器USART标准外设库异步模式的配置方法。  **难点：**串行通信典型工作方式的基本原理、控制  方法及程序实现。  **教学方法与策略：**讲解为主、讨论为辅，师生互动启发法。 | 课前：预习  课堂：思考做好笔记  课后：作业 | 目标1  目标2 |
| 定时器 | 2 | **重点**；嵌入式系统定时器部件；定时器/计数器的控制、编程方法及步骤。  **难点：** PWM；掌握SysTick定时器定时；实现精确定时的编程方法。  **教学方法与策略：**讲解为主、讨论为辅**，**师生互动启发法。 | 课前：预习  课堂：思考、做好笔记  课后：复习知识点 | 目标1  目标2 |

**（二）实践教学**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **实践类型** | **项目名称** | **学时** | **主要教学内容** | **项目**  **类型** | **项目**  **要求** | **支撑课程目标** |
| 实验一 | 点亮LED  实验 | 2 | **重点：**熟悉Keil uVision、STM32CubeMX等软件界面；了解STM32F103xx系列芯片；学会点亮LED的基本实验，掌握利用Keil uVision5下载程序到STM32芯片中以及嵌入式系统程序仿真运行方法。  **难点：**利用Keil uVision5下载程序到STM32芯片以及软件、硬件的搭建和配置的方法。 | 验证 | 实验2人  一组，完  成实验报  告。实验  报告须有  详细的实  验记录。 | 目标2 |
| 实验二 | 按键控制实验 | 2 | **重点：**学习STM32引脚输出使用方法;学习嵌入式系统C语言编程方法并且编写一段C语言程序；实现按键控制LED灯的功能。  **难点：**实验平台板的ＧＰIO口基本输入输出功能的综合应用（按键和LED灯的应用）。 | 设计 | 实验2人  一组，完  成实验报  告。实验  报告须有  详细的实  验记录。 | 目标1  目标2 |
| 实验三 | 中断控制实验 | 2 | **重点：**学习STM32中断相关配置和使用方法;学习嵌入式系统C语言编程方法并且编写C语言程序利用中断的方式实现控制LED灯的功能。  **难点：**STM32中断相关配置和使用方法。 | 设计 | 实验2人  一组，完  成实验报  告。实验  报告须有  详细的实  验记录。 | 目标1  目标2 |
| 实验四 | 串口通信实验 | 2 | **重点：**掌握串行的通信方式设置及配置方法；掌握STM32的USART串口通讯协议的使用、编程控制和硬件实现方法。  **难点：**STM32的USART串口通讯协议的使用、编程控制和硬件实现方法。  **思政元素：**要求学生具有认真、严谨、  细致的科学态度及团队合作精神。 | 设计 | 实验2人  一组，完  成实验报  告。实验  报告须有  详细的实  验记录。 | 目标1  目标2  目标3 |
| 实验五 | I2C-EEPROM实验 | 2 | **重点：**学习I2C通信相关知识，使用STM32CubeMX配置，生成基于HAL库Keil uVision工程；实现EEPROM读写的功能。  **难点：**使用STM32CubeMX生成基于HAL库Keil uVision工程实现EEPROM读写的功能。 | 设计 | 实验2人  一组，完  成实验报  告。实验  报告须有  详细的实  验记录。 | 目标1  目标2 |
| 实验六 | 呼吸灯  实验 | 2 | **重点：**学习STM32的PWM相关配置和使用方法;学习嵌入式系统C语言编程方法并且编写C语言程序实现控制LED灯实现呼吸灯效果的。  **难点：**STM32的PWM相关配置和使用方法。 | 设计 | 实验2人  一组，完  成实验报  告。实验  报告须有  详细的实  验记录。 | 目标1  目标2 |
|  | 备注： 项目类型填写验证、综合、设计、训练等。 | | | | | |

**五、学生学习成效评估方式及标准**

考核与评价是对课程教学目标中的知识目标、能力目标和素质目标等进行综合评价。在本课程中，学生的最终成绩是由20%的**平时成绩**、20%的**实验成绩**、60%的**期末成绩**3个部分组成。

1.平时成绩（占总成绩的20%）：采用百分制。平时成绩分为作业（占10%）、课堂表现与考勤（占10%）两个部分。评分标准如下表：

|  |  |
| --- | --- |
| **等级** | **评分标准** |
| **1.作业；2.课堂表现与考勤** |
| 优秀  (90～100分） | 1.作业书写工整、书面整洁；90％以上的习题解答正确。  2.认真听讲，积极回答问题，请假1次以内。 |
| 良好  （80～89分） | 1.作业书写工整、书面整洁；80％以上的习题解答正确。  2.认真听讲，点到时才回答问题，迟到2次以内。 |
| 中等  （70～79分） | 1.作业书写较工整、书面较整洁；70％以上的习题解答正确。  2.认真听讲，不回答问题，旷课1次以内。 |
| 及格  （60～69分） | 1.作业书写一般、书面整洁度一般；60％以上的习题解答正确。  2.上课有些打瞌睡，玩手机，旷课2次以内。 |
| 不及格  （60以下） | 1.字迹模糊、卷面书写零乱；超过40％的习题解答不正确。  2.不听讲，点到时不会回答问题，旷课达到3次及以上。 |

2.实验成绩（占总成绩的20%）：采用百分制。实验成绩分实验完成度（占10%）和实验报告（占10%）两个部分。评分标准如下表：

|  |  |
| --- | --- |
| **等级** | **评分标准** |
| **1.实验完成度；2.实验报告** |
| 优秀  (90～100分） | 1.完成必做和选做的全部实验内容  2.实验报告书写工整，实验代码合理、实验现象正确，有实验小结。 |
| 良好  （80～89分） | 1.完成必做的全部实验内容和选做的部分实验内容  2.实验报告书写工整，实验代码合理、实验现象正确，有部分实验小结。 |
| 中等  （70～79分） | 1.完成必做的全部实验内容和选做的极小部分实验内容  2.实验报告书写较工整，实验代码合理、实验现象正确，无实验小结。 |
| 及格  （60～69分） | 1.只完成必做的全部实验内容  2.实验报告书写潦草，实验代码较合理、实验现象基本正确，无实验小结。 |
| 不及格  （60以下） | 1.只完成必做的部分实验内容  2.实验报告书写凌乱，实验代码小部分合理、实验现象小部分正确，无实验小结。 |

3.期末考试（占总成绩的60%）：采用百分制。期末考试的考核内容、题型和分值分配情况请见下表：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **考核**  **模块** | **考核内容** | **主要**  **题型** | **支撑目标** | **分值** |
| 嵌入式系统  概述 | 嵌入式系统的概念；嵌入式系统的组成和类型；嵌入式系统的应用领域及发展趋势；嵌入式系统开发流程。 | 填空题/选择题/判断题/  简答题 | 目标1  目标2 | 8 |
| ARM Cortex-M3内核与STM32 | ARM体系结构；Cortex-M3内核结构、寄存器组、存储结构及NVIC；STM32微控制器内部结构，包括系统总线、存储结构及时钟系统。 | 填空题/选择题/判断题/  简答题 | 目标1  目标2 | 10 |
| STM32微控制器及开发环境搭建 | STM32的性能参数；STM32的三种开发方式，即寄存器方式、标准外设库方式和HAL库方式；STM32的开发环境，keil的调试方法； | 填空题/选择题/判断题 | 目标1  目标2 | 10 |
| STM32最小系统与嵌入式C语言 | STM32最小系统设计；嵌入式C语言结构；嵌入式C语言条件编译；分析HAL库文件源码。 | 填空题/选择题/判断题/简答题/应用设计题 | 目标1  目标2 | 12 |
| 通用输入输出GPIO模块 | STM32F103微控制器GPIO的内部结构、工作模式和使用特性；GPIO的输入输出模式；STM32F103微控制器GPIO相关的标准外设库函数和HAL库函数。 | 填空题/选择题/判断题/  简答题/  应用设计题 | 目标1  目标2 | 16 |
| 中断 | 中断概念、中断源的分类；STM32F103微控制器的中断类型、优先级概念和中断向量表；STM32F103微控制器的NVIC中断结构和特点；STM32F103微控制器EXTI的内部结构、工作原理和特性；NVIC和EXTI相关的标准外设库函数和HAL库函数；STM32的中断配置过程；基于标准外设库函数进行外部中断的嵌入式系统开发；基于HAL库进行外部中断的嵌入式系统开发。 | 填空题/选择题/判断题/  简答题/  应用设计题 | 目标1  目标2 | 16 |
| 串口通信 | 常见的串行通信接口；标准外设库和HAL库中有关USART的库函数； STM32F103微控制器USART标准外设库异步模式的配置方法。 | 填空题/选择题/判断题/  简答题/  应用设计题 | 目标1  目标2 | 14 |
| 定时器 | 定时器概念；标准外设库和HAL库中有关定时器的库函数；STM32F103微控制器定时器标准外设库常见工作模式的配置方法；PWM。 | 填空题/选择题/判断题/  简答题/  应用设计题 | 目标1  目标2 | 14 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **序号** | **教学安排事项** | **要 求** |
| 1 | 授课教师 | 职称：讲师及以上 学历（位）：硕士研究生  其他：具有硕士研究生及以上学历的高级工程师 |
| 2 | 课程时间 | 周次：16周  节次：2 |
| 3 | 授课地点 | ☑教室 ☑实验室 □室外场地  □其他： |
| 4 | 学生辅导 | 线上方式及时间安排：建立企业微信群，随时与学生沟通  线下地点及时间安排：每周一次线下答疑 |

1. **教学安排及要求**

**七、选用教材**

[1]刘黎明，王建波，赵纲领 .嵌入式系统基础与实践――基于ARM Cortex-M3内核的STM32微控制器[M].北京:电子工业出版社，2020年9月.

[2]符意德.嵌入式系统设计原理及应用[M].北京:清华大学出版社，2010年6月.

**八、参考资料**

[1]周鸣争主编.嵌入式系统与应用[M].中国铁道出版社，2011年3月.

[2]沈红卫 等.STM32单片机应用与全案例实践[M].电子工业出版社，2017年6月.

[3]符意德主编.嵌入式系统设计原理及应用(第2版)[M].清华大学出版社，2014年2月.

[4]桑楠主编.嵌入式系统设计原理及应用开发技术(第2版)[M].北京航空航天大学出版社，2008年1月.

**网络资料**

[1]<https://www.keil.com/>

[2]https://www.icourse163.org/course/ZJU-1461550163?from=searchPage

执笔人：于晓海

参与人：张小玲、胡纯意

系（教研室）主任：于晓海

学院（部）审核人：郭松