

# 云南大学本科教学

## 《嵌入式系统实验》课程教学大纲

### 一、课程基本信息

课程名称	嵌入式系统实验						
	Experiment of Embedded System						
课程代码	INFO3L4007			课程性质	必修		
开课院部	信息学院			课程负责人	周永录		
课程团队	何乐生、葛孚华						
授课学期	第 4 学期			学分/学时	2/54		
课内学时	54	理论学时		实验学时	54	实训(含上机)	
		实习		其他			
课外学时							
适用专业	物联网工程						
授课语言	中文						
先修课程	计算机原理；计算机程序设计；物联网技术基础实验						
后续课程	物联网感知技术；物联网通信技术；可编程逻辑器件及硬件描述语言						
课程简介	<p>本课程作为“嵌入式系统”的实验课程，遵循由浅到深、由易到难的原则安排各个实验项目，既有测试、验证的内容，也有设计、研究的内容。有些实验只提供设计要求及原理简图，由学生自己完成方案设计、电路选择与连接、实验步骤及记录表格等，充分发挥学生的创造性和主动性。部分实验还可以通过软件仿真方式完成，丰富学生的实验手段和实验方法。可使学生在学习嵌入式系统理论知识的同时，及时跟进本实验课程环节，有助于学生深入理解课程内容，培养学生分析和解决嵌入式系统应用实际问题能力和创新能力，为学生今后从事物联网相关的嵌入式系统研究与开发打下坚实的基础。课程以主流的 ARM Cortex-M3 内核的 STM32F103 系列微控制器为实验对象，主要实验内容包括 ARM 工具链上的常用开发工具的应用操作和符合 ARM CMSIS 标准的 STM32 标准外设库的使用、STM32F103 系列微控制器的内核主要模块的应用操作以及 STM32F103 系列微控制器的片内外设主要接口模块的应用操作等。通过本实验课程的学习，使学生初步具备针对物联网工程应用实际的综合实验设计、分析和调试能力。</p>						

## 二、课程目标及对毕业要求指标点的支撑

序号	课程目标	支撑毕业要求指标点	毕业要求
1	课程目标 1: 培养学生对典型的 STM32 嵌入式系统硬件开发平台和 MDK 软件开发平台的应用能力; 运用嵌入式系统软硬件开发平台实现物联网工程应用系统的基本硬件单元电路的搭建、调试、测量以及软件单元模块的设计、测试和数据处理。	1.5 能运用专业知识, 通过数学模型 的比较与综合, 优选技术方案, 分析解决物联网工程中的复杂问题。 (知识应用)	毕业要求 1: 工程知识: 具有运用与本专业相关的数理基础、专门理论知识与实践知识 (包括电路、信号处理、嵌入式系统、计算机网络等) 解决物联网工程领域复杂工程问题的能力。
2	课程目标 2: 理解基于 STM32 的嵌入式系统的基础概念、基本原理、开发流程和步骤和工程设计方法; 正确读懂电路原理图, 具备运用电路原理图进行电路搭建和程序设计、完成单元电路软件模块的功能分析及测试能力。		
3	课程目标 3: 深化对 STM32 嵌入式处理器硬件资源和 STM32 标准外设库资源的理解; 能够根据具体应用功能需求, 选择适当的处理器硬件资源和软件资源完成典型物联网基本硬件电路的设计与软件程序的设计。		
4	课程目标 4: 熟练、正确使用常用电子仪器及仪表、半导体元器件、集成电路, 学会阅读电路图。	5.1 理解物联网工程中常用的现代仪器、测量测试工具的工作原理, 能用于实际测量, 并进行相应的数据处理; (测量测试工具)	毕业要求 5: 使用现代工具: 能够针对物联网工程中的问题, 选择与使用常用信息资源、检测仪器、硬件和软件工具以及物联网系统开发平台, 实现对复杂工程问题的预测与模拟, 并能够理解其局限性。
5	课程目标 5: 能够正确地获取实验数据, 掌握对实验数据的分析处理能力, 通过对实验数据的分析、加工做出正确的判断、得出实验结论; 能采用准确、规范的语言撰写实验报告。		
6	课程目标 6: 能够针对物联网工程种具体的嵌入式系统应用对象进行分析, 选用适当的嵌入式硬件资源和软件资源以及开发平台对系统进行软硬件协同设计与开发。	5.2 能够选择与使用恰当的信息资源、软硬件开发平台、专业模拟软件, 用于复杂物联网工程问题的分析与开发; (仿真和软硬件开发工具)	
7	课程目标 7: 能够熟练使用嵌入式系统软件开发平台中的仿真工具, 对系统运行过程进行仿真模拟并解释模拟结果与真实结果的异同, 理解其局限性。		

### 三、教学内容及进度安排

序号	教学内容	学生学习 预期成果	课时	教学方式	支撑课程目标
1	<p>内容：战舰 STM32 实验板的结构与连接；MDK 软件开发环境的安装、配置及使用方法。</p> <p>重点：战舰 STM32 实验板的结构与连接；MDK 软件开发环境安装配置。</p> <p>难点：MDK 软件开发环境的使用。</p>	<p>熟悉战舰 STM32 实验板的结构，能够通过查阅手册正确理解实验板的硬件资源和基本功能；掌握实验板与仿真器、仿真器与开发主机的连接方法。能够正确安装、配置 MDK 软件开发环境并熟悉其基本操作方法。</p>	4	<p>预习：阅读教材和产品资料，了解战舰 STM32 实验板的结构、硬件资源和基本功能。</p> <p>课堂：知识点讲解、操作演示，实际操作软件安装配置过程和运行实验板测试工程过程。</p>	<p>课程目标 1：培养学生对典型的 STM32 嵌入式系统硬件开发平台和 MDK 软件开发平台的应用能力；运用嵌入式系统软件硬件开发平台实现物联网工程应用系统的基本硬件单元电路的搭建、调试、测量以及软件单元模块的设计、测试和数据处理。</p> <p>课程目标 2：理解基于 STM32 的嵌入式系统的基础概念、基本原理、开发流程和步骤和工程设计方法；正确读懂电路原理图，具备运用电路原理图进行电路搭建和程序设计、完成单元电路软件模块的功能分析及测试能力。</p>
2	<p>内容：战舰 STM32 实验板上利用 MDK 软件和 ST-Link 仿真器下载程序；利用 FLYMCU 软件和 USB 转串口下载程序；利用 ST 官方串口下载工具和 USB 转串口下载程序。</p> <p>重点：利用 MDK 软件和 ST-Link 仿真器下载程序的配置；利用 ST 官方串口下载工具和 USB 转串口下载程序的硬件连接与软件操作。</p>	<p>掌握在 STM32 嵌入式硬件板不同软硬件条件下的程序下载方法，能够正确使用不同的硬件工具和软件工具将嵌入式目标程序下载到 STM32 嵌入式硬件板中。</p>	4	<p>预习：阅读教材和网络资料，理解 ST-Link 仿真器的功能、MDK 软件的调试功能配置项和 ST 官方串口下载工具的基本操作。</p> <p>课堂：知识点讲解、操作演示、实际在线操作、答疑。</p>	<p>课程目标 1：培养学生对典型的 STM32 嵌入式系统硬件开发平台和 MDK 软件开发平台的应用能力；运用嵌入式系统软件硬件开发平台实现物联网工程应用系统的基本硬件单元电路的搭建、调试、测量以及软件单元模块的设计、测试和数据处理。</p> <p>课程目标 5：能够正确地获取实验数据，掌握对实验数据的分析处理能力，通过对实验数据的分析、加工做出正确的判断、得出实验结论；能采用准确、规范的语言撰写实验报告。</p>

3	<p>内容：STM32 标准外设库的使用方法：战舰板基于 STM32 标准外设库工程模板的使用；自建基于 STM32 标准外设库的工程操作。</p> <p>重点及难点：STM32 标准外设库的构成、规范；战舰板工程模板的使用；自建工程。</p>	<p>认识 STM32 标准外设库的的构成和规范；掌握利用战舰板基于 STM32 标准外设库工程模板和直接利用标准外设库建立 STM32 新工程的方法；能够自建一个 STM32 新工程并通过编译。</p>	4	<p>预习：阅读教材和网络资料，理解 STM32 标准外设库的概念、构成与规范。</p> <p>课堂：知识点讲解、操作演示、实际操作、答疑。</p>	<p>课程目标 1：培养学生对典型的 STM32 嵌入式系统硬件开发平台和 MDK 软件开发平台的应用能力；运用嵌入式系统软件开发平台实现物联网工程应用系统的基本硬件单元电路的搭建、调试、测量以及软件单元模块的设计、测试和数据处理。</p> <p>课程目标 2：理解基于 STM32 的嵌入式系统的基础概念、基本原理、开发流程和步骤和工程设计方法；正确读懂电路原理图，具备运用电路原理图进行电路搭建和程序设计、完成单元电路软件模块的功能分析及测试能力。</p> <p>课程目标 5：能够正确地获取实验数据，掌握对实验数据的分析处理能力，通过对实验数据的分析、加工做出正确的判断、得出实验结论；能采用准确、规范的语言撰写实验报告。</p>
4	<p>内容：将 STM32 MCU 的 GPIO 作为输出端口使用，单独驱动跑马灯和同时驱动跑马灯及蜂鸣器；将 STM32 MCU 的 GPIO 作为输入端口使用，通过查询按键引起的 GPIO 电平变化判别按键状态。</p> <p>重点及难点：STM32 MCU 的 GPIO 工作模式；作为输入与输出端口时的配置过程；STM32 标准外设库中 GPIO 相关库函数的使用。</p>	<p>理解 STM32 MCU 的 GPIO 的内部结构和工作模式；理解 STM32 标准外设库中 GPIO 相关函数各参数的作用。掌握利用 STM32 标准库函数编程实现 STM32 MCU 的 GPIO 作为输入与输出的操作方法；能够熟练完成程序工程的编译与下载并通过仿真工具进行 GPIO 端口输入输出的软件模拟。</p>	4	<p>预习：阅读教材和网络资料，加深对 STM32 MCU 的 GPIO 的内部结构和工作模式的理解，熟悉 STM32 标准外设库中 GPIO 相关函数。</p> <p>课堂：知识点讲解、操作演示、实际实验操作、答疑。</p>	<p>课程目标 3：深化对 STM32 嵌入式处理器硬件资源和 STM32 标准外设库资源的理解；能够根据具体应用功能需求，选择适当的处理器硬件资源和软件资源完成典型物联网基本硬件电路的设计与软件程序的设计。</p> <p>课程目标 5：能够正确地获取实验数据，掌握对实验数据的分析处理能力，通过对实验数据的分析、加工做出正确的判断、得出实验结论；能采用准确、规范的语言撰写实验报告。</p> <p>课程目标 7：能够熟练使用嵌入式系统软件开发平台中的仿真工具，对系统运行过程进行仿真模拟并解释模拟结果与真实结果的异同，理解其局限性。</p>

5	<p>内容：外部中断实验。连接按键的 GPIO 中断线作为外部中断(包括中断嵌套)，按键触发中断控制 LED 灯和蜂鸣器。</p> <p>重点：NVIC 配置编程、EXTI 配置编程、GPIO 配置编程。</p> <p>难点：中断机制，中断优先级、中断嵌套的概念、原理与运用。</p>	<p>理解 STM32 微控制器中断机制，中断优先级、中断嵌套的概念和原理；掌握 STM32 EXTI 控制器的使用方法和通过中断方式获取按键状态的操作方法以及 STM32 标准外设库中 NVIC、EXTI 相关库函数的使用。</p>	4	<p>预习：阅读教材和网络资料，加深对 STM32 MCU 的 NVIC、EXTI 原理的理解，熟悉 STM32 标准外设库中 NVIC、EXTI 相关库函数。</p> <p>课堂：知识点讲解、操作演示、实际实验操作、答疑。</p>	<p>课程目标 3：深化对 STM32 嵌入式处理器硬件资源和 STM32 标准外设库资源的理解；能够根据具体应用功能需求，选择适当的处理器硬件资源和软件资源完成典型物联网基本硬件电路的设计与软件程序的设计。</p> <p>课程目标 5：能够正确地获取实验数据，掌握对实验数据的分析处理能力，通过对实验数据的分析、加工做出正确的判断、得出实验结论；能采用准确、规范的语言撰写实验报告。</p> <p>课程目标 7：能够熟练使用嵌入式系统软件开发平台中的仿真工具，对系统运行过程进行仿真模拟并解释模拟结果与真实结果的异同，理解其局限性。</p>
6	<p>内容：定时器实验。验证 STM32 通用定时/计数器功能，包括通过定时器延时和定时器定时中断两种方式实现 LED 周期性闪烁；验证 STM32 通用定时/计数器的 PWM 输出功能，通过定时器的 PWM 输出方式实现 LED 亮度的调节控制。</p> <p>重点与难点：STM32 四种定时器资源工作机制的差异、STM32 通用定时器的工作模式以及不同模式下配置的库函数编程。</p>	<p>理解 STM32 微控制器定时器的工作机制与原理；掌握 STM32 通用定时器的使用方法以及 STM32 标准外设库中定时器相关库函数及其使用；能够正确进行定时器延时、定时器定时中断以及定时器 PWM 输出的配置编程。</p>	4	<p>预习：阅读教材和网络资料，加深对 STM32 MCU 的定时器工作原理的理解，熟悉 STM32 标准外设库中定时器相关库函数。</p> <p>课堂：知识点讲解、操作演示、实际实验操作、答疑。</p>	<p>课程目标 3：深化对 STM32 嵌入式处理器硬件资源和 STM32 标准外设库资源的理解；能够根据具体应用功能需求，选择适当的处理器硬件资源和软件资源完成典型物联网基本硬件电路的设计与软件程序的设计。</p> <p>课程目标 5：能够正确地获取实验数据，掌握对实验数据的分析处理能力，通过对实验数据的分析、加工做出正确的判断、得出实验结论；能采用准确、规范的语言撰写实验报告。</p> <p>课程目标 7：能够熟练使用嵌入式系统软件开发平台中的仿真工具，对系统运行过程进行仿真模拟并解释模拟结果与真实结果的异同，理解其局限性。</p>

7	<p>内容：DMA 实验。验证 STM32 的 DMA 功能，包括通过 DMA 方式将数据从内存传输到串口的操作以及将数据从 FLASH 存储器传输到 SRAM 存储器的操作。</p> <p>重点与难点：DMA 的工作原理、DMA 控制器的工作模式、DMA 配置的库函数编程。</p>	<p>深化对 STM32 微控制器串行口、FLASH 存储器芯片、SRAM 芯片使用的认知；理解 STM32 微控制器 DMA 传输机制、DMA 控制器工作原理；掌握 STM32 DMA 控制器的使用方法和通过 DMA 方式进行内存到内存、内存到外设数据传输的操作方法以及 STM32 标准外设库中 DMA 相关库函数的使用。</p>	4	<p>预习：阅读教材和网络资料，加深对 STM32 MCU 的 DMA 工作原理的理解，熟悉 STM32 标准外设库中 DMA 相关库函数。</p> <p>课堂：知识点讲解、操作演示、实际实验操作、答疑。</p>	<p>课程目标 3：深化对 STM32 嵌入式处理器硬件资源和 STM32 标准外设库资源的理解；能够根据具体应用功能需求，选择适当的处理器硬件资源和软件资源完成典型物联网基本硬件电路的设计与软件程序的设计。</p> <p>课程目标 5：能够正确地获取实验数据，掌握对实验数据的分析处理能力，通过对实验数据的分析、加工做出正确的判断、得出实验结论；能采用准确、规范的语言撰写实验报告。</p> <p>课程目标 7：能够熟练使用嵌入式系统软件开发平台中的仿真工具，对系统运行过程进行仿真模拟并解释模拟结果与真实结果的异同，理解其局限性。</p>
8	<p>内容：USART 接口实验。通过 STM32 的 USART 接口实现 USART 与 PC 串口之间的通信操作。</p> <p>重点与难点：STM32 USART 接口工作模式选择、通信速率的计算以及标准外设库函数编程配置。</p>	<p>理解 STM32 微控制器定时器中 USART 接口的基本工作原理；掌握 STM32 USART 接口使用方法以及 STM32 标准外设库中 USART 相关库函数及其使用方法；能够正确进行通过 USART 接口实现 STM32 与 PC 串口之间的通信编程。</p>	4	<p>预习：阅读教材和网络资料，加深对 STM32 MCU 的 USART 接口的理解，熟悉 STM32 标准外设库中 USART 的相关库函数。</p> <p>课堂：知识点讲解、操作演示、实际实验操作、答疑。</p>	<p>课程目标 3：深化对 STM32 嵌入式处理器硬件资源和 STM32 标准外设库资源的理解；能够根据具体应用功能需求，选择适当的处理器硬件资源和软件资源完成典型物联网基本硬件电路的设计与软件程序的设计。</p> <p>课程目标 5：能够正确地获取实验数据，掌握对实验数据的分析处理能力，通过对实验数据的分析、加工做出正确的判断、得出实验结论；能采用准确、规范的语言撰写实验报告。</p> <p>课程目标 7：能够熟练使用嵌入式系统软件开发平台中的仿真工具，对系统运行过程进行仿真模拟并解释模拟结果与真实结果的异同，理解其局限性。</p>

9	<p>内容：I2C 接口实验。验证 STM32 的 I2C 模块基本功能，通过 GPIO 软件编程模拟 I2C 接口时序和通过库函数操作 I2C 接口，控制控制同步串行口 E2PROM 芯片的读写。</p> <p>重点与难点：STM32 I2C 接口的工作模式选择、时序控制以及标准外设库函数编程配置。</p>	<p>理解 STM32 微控制器中的 I2C 接口的基本工作原理及通信协议；掌握 STM32 I2C 接口使用方法以及 STM32 标准外设库中 I2C 相关库函数及其使用方法；能够正确使用通过 GPIO 软件编程模拟 I2C 接口时序操作和通过库函数直接操作两种方式的编程控制 STM32 微控制器对同步串行口 E2PROM 芯片读写。</p>	4	<p>预习：阅读教材和网络资料，加深对 STM32 MCU 的 SPI 接口的理解，熟悉 STM32 标准外设库中 I2C 的相关库函数。</p> <p>课堂：知识点讲解、操作演示、实际实验操作、答疑。</p>	<p>课程目标 3：深化对 STM32 嵌入式处理器硬件资源和 STM32 标准外设库资源的理解；能够根据具体应用功能需求，选择适当的处理器硬件资源和软件资源完成典型物联网基本硬件电路的设计与软件程序的设计。</p> <p>课程目标 4：熟练、正确使用常用电子仪器及仪表、半导体元器件、集成电路，学会阅读电路图。</p> <p>课程目标 7：能够熟练使用嵌入式系统软件开发平台中的仿真工具，对系统运行过程进行仿真模拟并解释模拟结果与真实结果的异同，理解其局限性。</p>
10	<p>内容：SPI 接口实验。验证 STM32 的 SPI 模块基本功能，通过 GPIO 软件编程模拟 SPI 接口时序和通过库函数操作 SPI 接口，控制串行大容量 FLASH 芯片的读写。</p> <p>重点与难点：STM32 ISPI 接口的工作模式选择、通信速率的计算以及标准外设库函数编程配置。</p>	<p>理解 STM32 微控制器中的 SPI 接口的基本工作原理及通信协议；掌握 STM32 SPI 接口使用方法以及 STM32 标准外设库中 SPI 相关库函数及其使用方法；能够正确使用通过 GPIO 软件编程模拟 SPI 接口时序操作和通过库函数直接操作两种方式的编程控制 STM32 微控制器对串行大容量 FLASH 芯片读写。</p>	4	<p>预习：阅读教材和网络资料，加深对 STM32 MCU 的 SPI 接口的理解，熟悉 STM32 标准外设库中 SPI 的相关库函数。</p> <p>课堂：知识点讲解、操作演示、实际实验操作、答疑。</p>	<p>课程目标 3：深化对 STM32 嵌入式处理器硬件资源和 STM32 标准外设库资源的理解；能够根据具体应用功能需求，选择适当的处理器硬件资源和软件资源完成典型物联网基本硬件电路的设计与软件程序的设计。</p> <p>课程目标 4：熟练、正确使用常用电子仪器及仪表、半导体元器件、集成电路，学会阅读电路图。</p> <p>课程目标 7：能够熟练使用嵌入式系统软件开发平台中的仿真工具，对系统运行过程进行仿真模拟并解释模拟结果与真实结果的异同，理解其局限性。</p>

11	<p>内容：1-Wire 单总线、触摸屏、红外遥控实验。利用 STM32 操作 DS18B20 数字温度传感器；验证 TFT LCD 显示屏带有的触摸屏功能；软件模拟 SPI 控制触摸屏芯片；利用 STM32 定时器的输入捕获功能接收红外接收头编码信号并解码得到遥控器按键值。</p> <p>重点与难点：1-WIRE 单总线、触摸屏控制器以及 38KHz 红外遥控信号解码的标准外设库函数编程配置。</p>	<p>理解 1-WIRE 单总线技术、常用人机交互接口技术。掌握通过 STM32 GPIO 编程实现对 DS18B20 数字温度传感器温度的读取方法；初步掌握四线触摸屏控制器 XPT2046 驱动程序的编程与使用方法；初步掌握 38KHz 红外遥控驱动程序的编程与使用方法。</p>	4	<p>预习：阅读教材和网络资料，加深对 1-WIRE 单总线技术、常用人机交互接口技术的理解，熟悉 DS18B20、XPT2046 器件。</p> <p>课堂：知识点讲解、操作演示、实际实验操作、答疑。</p>	<p>课程目标 4：熟练、正确使用常用电子仪器及仪表、半导体元器件、集成电路，学会阅读电路图。</p> <p>课程目标 5：能够正确地获取实验数据，掌握对实验数据的分析处理能力，通过对实验数据的分析、加工做出正确的判断、得出实验结论；能采用准确、规范的语言撰写实验报告。</p> <p>课程目标 7：能够熟练使用嵌入式系统软件开发平台中的仿真工具，对系统运行过程进行仿真模拟并解释模拟结果与真实结果的异同，理解其局限性。</p>
12	<p>内容：ADC 与 DAC 实验。通过 STM32F103 内部集成温度传感器检测和光敏传感器光强度检测实验验证 STM32 的 ADC 功能；通过 STM32 DAC 模块输出电压和 ADC 模块检测电压验证 STM32 的 DAC 和 ADC 功能。</p> <p>重点与难点：STM32 ADC 模数转换和 DAC 数模转换的原理；标准外设库函数编程配置。STM32 ADC 与 DAC 的标准外设库函数编程配置。</p>	<p>理解 STM32ADC 模数转换和 DAC 数模转换的基本原理。掌握通过 STM32 ADC 编程实现对 STM32 的 ADC 不同通道采样内部温度以及采样外部光敏传感器光强度的方法；掌握通过 STM32 DAC 编程实现控制 STM32 的 DAC 通道来输出电压的方法以及通过 ADC 通道采样该输出电压的方法。</p>	4	<p>预习：阅读教材和网络资料，加深对 STM32 MCU 的 ADC、DAC 模块的理解，熟悉 STM32 标准外设库中 ADC、DAC 的相关库函数。</p> <p>课堂：知识点讲解、操作演示、实际实验操作、答疑。</p>	<p>课程目标 3：深化对 STM32 嵌入式处理器硬件资源和 STM32 标准外设库资源的理解；能够根据具体应用功能需求，选择适当的处理器硬件资源和软件资源完成典型物联网基本硬件电路的设计与软件程序的设计。</p> <p>课程目标 4：熟练、正确使用常用电子仪器及仪表、半导体元器件、集成电路，学会阅读电路图。</p> <p>课程目标 5：能够正确地获取实验数据，掌握对实验数据的分析处理能力，通过对实验数据的分析、加工做出正确的判断、得出实验结论；能采用准确、规范的语言撰写实验报告。</p>



13	<p>内容：在本课程各独立实验的基础上，学生自己拟题，选择不少于 5 种实验平台中的接口组件和相关配套组件，设计和实现具有一定演示功能的综合性实验项目。实施完成后，要求学生演示综合实验结果，并回答教师的提问，并提交综合实验报告。</p> <p>重点：针对一定应用目标的 STM32 微控制器、各类接口器件和组件的综合应用设计与实现方法。</p>	<p>认识选定嵌入式系统器件和组件的基本操作方法，初步具备嵌入式系统应用设计与操作能力；能够从物联网技术应用需求出发，初步具备运用嵌入式系统的基本原理和方法，发现、分析和解决问题的能力，逐步实现从模块单元到综合系统的应用过渡。具备文献检索、资料查询及运用现代信息技术工具获取嵌入式系统软硬件相关信息的能力。</p>	6	<p>预习：阅读教材、产品资料、在线帮助文档和网络资料，拟定实验选题。</p> <p>课堂：针对学生选题的原理进行讲解、讨论、答疑。</p> <p>课后：继续完成实验作品，网络答疑。</p>	<p>课程目标 4：熟练、正确使用常用电子仪器及仪表、半导体元器件、集成电路，学会阅读电路图。</p> <p>课程目标 5：能够正确地获取实验数据，掌握对实验数据的分析处理能力，通过对实验数据的分析、加工做出正确的判断、得出实验结论；能采用准确、规范的语言撰写实验报告。</p> <p>课程目标 6：能够针对物联网工程种具体的嵌入式系统应用对象进行分析，选用适当的嵌入式硬件资源和软件资源以及开发平台对系统进行软硬件协同设计与开发。</p> <p>课程目标 7：能够熟练使用嵌入式系统软件开发平台中的仿真工具，对系统运行过程进行仿真模拟并解释模拟结果与真实结果的异同，理解其局限性。</p>
----	--	---	---	---	---

注：“学生学习预期成果”是描述学生在学完本课程后应具有的能力，可以用认知、理解、应用、分析、综合、判断等描述预期成果达到的程度。

#### 四、课程考核

序号	课程目标（支撑毕业要求指标点）	评价依据及成绩比例		成绩比例(%)
		实验报告	考试	
1	<p>课程目标 1：培养学生对典型的 STM32 嵌入式系统硬件开发平台和 MDK 软件开发平台的应用能力；运用嵌入式系统软硬件开发平台实现物联网工程应用系统的基本硬件单元电路的搭建、调试、测量以及软件单元模块的设计、测试和数据处理。</p> <p>（支撑毕业要求指标点 1.5）</p>	10		10
2	<p>课程目标 2：理解基于 STM32 的嵌入式系统的基础概念、基本原理、开发流程和步骤和工程设计方法；正确读懂电路原理图，具备运用电路原理图进行电路搭建和程序设计、完成单元电路软件模块的功能分析及测试能力。</p> <p>（支撑毕业要求指标点 1.5）</p>	10		10

3	课程目标 3: 深化对 STM32 嵌入式处理器硬件资源和 STM32 标准外设库资源的理解; 能够根据具体应用功能需求, 选择适当的处理器硬件资源和软件资源完成典型物联网基本硬件电路的设计与软件程序的设计。 (支撑毕业要求指标点 1.5)	15		15
4	课程目标 4: 熟练、正确使用常用电子仪器及仪表、半导体元器件、集成电路, 学会阅读电路图。 (支撑毕业要求指标点 5.1)	10		10
5	课程目标 5: 能够正确地获取实验数据, 掌握对实验数据的分析处理能力, 通过对实验数据的分析、加工做出正确的判断、得出实验结论; 能采用准确、规范的语言撰写实验报告。 (支撑毕业要求指标点 5.1)	20		20
6	课程目标 6: 能够针对物联网工程种具体的嵌入式系统应用对象进行分析, 选用适当的嵌入式硬件资源和软件资源以及开发平台对系统进行软硬件协同设计与开发。 (支撑毕业要求指标点 5.2)	20		20
7	课程目标 7: 能够熟练使用嵌入式系统软件开发平台中的仿真工具, 对系统运行过程进行仿真模拟并解释模拟结果与真实结果的异同, 理解其局限性。 (支撑毕业要求指标点 5.2)	15		15
合计		100		100

## 五、教材及参考资料

(必含信息: 教材名称·作者·出版社·出版年度·版次·书号)

1. 《原子教你玩 STM32(库函数版)》, 张洋等, 北京航空航天大学出版社, 2015, 第二版, ISBN: 9787512419315.
2. 《嵌入式系统原理及应用》, 王益涵等, 清华大学出版社, 2016, 第一版, ISBN: 9787302441359
3. 《嵌入式系统及其应用》, 陈启军等, 同济大学出版社, 2015, 第三版, ISBN: 9787560861364
4. 《ARM Cortex-M3 权威指南》, Joseph Yiu 著, 吴常玉等译, 2015, 第三版, ISBN: 9787302402923

大纲执笔人: 周永录

附录：各类考核评分标准表

实验评分标准

教学目标要求	评分标准				权重 (%)
	90-100	80-89	60-79	0-59	
课程目标 1：培养学生对典型的 STM32 嵌入式系统硬件开发平台和 MDK 软件开发平台的应用能力；运用嵌入式系统硬件开发平台实现物联网工程应用系统的基本硬件单元电路的搭建、调试、测量以及软件单元模块的设计、测试和数据处理。（支撑毕业要求指标点 1.5）	完成实验平台软硬件安装配置，熟练掌握实验平台使用方法；能够基于实验平台完成硬件电路搭建、软件编程、运行及测试。	完成实验平台安装配置，掌握实验平台使用方法；能够基于实验平台完成硬件电路搭建、软件编程、运行及测试。	完成实验平台安装配置，基本掌握实验平台使用方法；能够基于实验平台完成部分硬件电路搭建、软件编程、运行及测试。	未掌握实验平台的安装、配置及使用方法；未能基于实验平台完成实验硬件电路的搭建、软件编程、运行及测试。	10
课程目标 2：理解基于 STM32 的嵌入式系统的基础概念、基本原理、开发流程和步骤和工程设计方法；正确读懂电路原理图，具备运用电路原理图进行电路搭建和程序设计、完成单元电路软件模块的功能分析及测试能力。（支撑毕业要求指标点 1.5）	熟练掌握根据实验电路图搭建硬件电路，并按要求进行软件编程、功能测试、分析，获得正确的实验结果。	根据实验电路图搭建硬件电路、进行软件编程、功能测试和分析。能够及时判断并更正测试中出现的错误。	根据实验电路图搭建硬件电路、进行软件编程、功能测试和分析。在教师辅助下进行故障排查；测试中存在操作不规范，经指正后获得实验结果。	未能按照课程要求提前预习实验相关内容，课堂实验内容不能按时完成或未能获得预期结果。	10
课程目标 3：深化对 STM32 嵌入式处理器硬件资源和 STM32 标准外设库资源的理解；能够根据具体应用功能需求，选择适当的处理器硬件资源和软件资源完成典型物联网基本硬件电路的设计与软件程序的设计。（支撑毕业要求指标点 1.5）	能够根据功能描述按照实验电路的设计步骤完成硬件电路设计和软件编程。实验运行结果达到实验预期效果，并能正确阐述实验相关的软硬件原理。	能够根据功能描述按照实验电路的设计步骤完成硬件电路设计和软件编程，实现实验预期功能；了解实验相关的软硬件原理。	在教师辅助下完成实验电路硬件设计和软件编程；基本实现实验功能需求；测试中存在操作不规范，经指正后获得实验结果。	未能按照实验要求完成实验电路硬件设计和软件编程，未能按时完成实验内容；未能实现实验预期功能；不能对相关的软硬件原理进行阐述。	15

<p>课程目标 4：熟练、正确使用常用电子仪器及仪表、半导体元器件、集成电路，学会阅读电路图。 (支撑毕业要求指标点 5.1)</p>	<p>正确、熟练的使用常用电子仪器及仪表、电子元器件、集成电路和相关的软硬件开发环境、仿真工具和调试分析手段；正确使用技术手册及其他资料。</p>	<p>正确使用常用电子仪器及仪表、电子元器件、集成电路和相关的软硬件开发环境、仿真工具和调试分析手段；正确使用技术手册及其他资料。</p>	<p>在教师辅助下能够使用常用电子仪器及仪表、电子元器件、集成电路和相关的软硬件开发环境、仿真工具和调试分析手段并观察实验结果。</p>	<p>实验操作不规范，造成实验器材损毁，不能得到实验结果。</p>	10
<p>课程目标 5：能够正确地获取实验数据，掌握对实验数据的分析处理能力，通过对实验数据的分析、加工做出正确的判断、得出实验结论；能采用准确、规范的语言撰写实验报告。 (支撑毕业要求指标点 5.1)</p>	<p>实验原始数据记录规范、清晰，能够将原始数据经过整理、分析后得出正确的实验结论。实验报告撰写图表正确规范、语言表达准确，针对实验原理总结完整。</p>	<p>实验原始数据记录完整，能够将原始数据经过整理、分析后得出正确的实验结论。实验报告撰写内容完整，针对实验原理总结正确。</p>	<p>实验原始数据记录完整但未能进行进一步的整理分析形成最终结论。实验报告撰写包含实验内容，但图表和原理总结不完整。</p>	<p>实验数据、图表记录不完整、不规范；未对实验结果进行分析。</p>	20
<p>课程目标 6：能够针对物联网工程种具体的嵌入式系统应用对象进行分析，选用适当的嵌入式硬件资源和软件资源以及开发平台对系统进行软硬件协同设计与开发。 (支撑毕业要求指标点 5.2)</p>	<p>系统设计合理，硬件、软件功能模块划分和软硬件资源选择适当，调试方法正确；实现综合实验系统所有预期功能。</p>	<p>系统设计合理，硬件、软件功能模块划分和软硬件资源选择适当，调试方法正确；实现综合实验系统主要功能。</p>	<p>系统设计合理，硬件、软件功能模块划分和软硬件资源选择适当，调试方法正确；实现综合实验系统部分功能。</p>	<p>系统设计不合理，硬件、软件功能模块划分和软硬件资源选择不合理，未能采用正确的调试方法；未能实现综合实验系统功能。</p>	20
<p>课程目标 7：能够熟练使用嵌入式系统软件开发平台中的仿真工具，对系统运行过程进行仿真模拟并解释模拟结果与真实结果的异同，理解其局限性。 (支撑毕业要求指标点 5.2)</p>	<p>正确、熟练的使用嵌入式系统软件开发平台中的仿真工具对全部可仿真实验过程进行软件仿真，并正确解释模拟结果与真实结果的异同。</p>	<p>正确使用嵌入式系统软件开发平台中的仿真工具对主要可仿真实验过程进行软件仿真，并正确解释模拟结果与真实结果的异同。</p>	<p>正确使用嵌入式系统软件开发平台中的仿真工具对部分可仿真实验过程进行软件仿真，并正确解释模拟结果与真实结果的异同。</p>	<p>不能正确使用嵌入式系统软件开发平台中的仿真工具对可仿真实验过程进行软件仿真，不能正确解释模拟结果与真实结果的异同。</p>	15