**《嵌入式系统设计》实验教学大纲**

|  |  |
| --- | --- |
| 课程代码：TELE2131 | 课程学分：2.5 |
| 课程名称（中/英）：嵌入式系统设计/ Embedded System Design |
| 课程学时：54 | 实验学时：27 |
| 适用专业：电子信息工程、通信工程、电子科学与技术等专业 |
| 先修课程：微机原理与接口技术、数字电路、C语言程序设计 |
| 开课单位：电子信息学院 | 课程负责人：邓晶 |
| 实验室名称：电工电子实验教学中心嵌入式系统实验室 |

## 一、课程简介

**课程性质**：嵌入式系统设计是电子信息类专业一门重要的专业选修课程。本课程是一门实践性很强的课程，课程以理论教学与实验教学并重的方式，培养学生嵌入式技术方面的软硬件设计能力，并通过该课程的学习扩大学生知识面，为今后的研究和技术工作打下坚实的基础。

**教学目标**：嵌入式系统设计以ST公司的32位基于ARM Cortex﹣M3内核的STM32单片机为例，介绍嵌入式系统的定义、特点和发展；ARM Cortex﹣M3体系结构；STM32程序设计与片上外围资源等，通过理论学习、实验、综合设计等环节，使学生了解嵌入式系统的发展状况和应用领域，掌握嵌入式系统的硬件设计、软件设计和系统综合设计能力，培养学生利用本课程分析和解决实际问题的能力，为今后从事嵌入式系统方面的应用与研究打下基础。本课程的具体教学目标如下：

1. 掌握嵌入式系统的基础知识；学习ARM Cortex﹣M3体系结构；学习STM32 MCU的结构、STM32最小系统、片内外设资源和外部引脚，学习嵌入式系统硬件分析和设计方法；【1-2】
2. 学习STM32 MCU的软件开发技术，掌握利用嵌入式C语言设计STM32程序的方法；【1-2】
3. 学习嵌入式系统硬件设计技术，掌握STM32最小系统硬件和外围扩展单元设计，并能够综合运用嵌入式系统软件和硬件设计技术解决实际工程问题，并能够根据需求设计基于STM32 MCU的嵌入式系统的解决方案；【3-1】
4. 学习ARM Keil集成开发环境的使用方法，熟练使用STM32 MCU开发板，并在此基础上完成规定的必修实验，设计综合性实验。【5-2】

## 二、课程目标与毕业要求的对应关系

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 毕业要求 | 指标点 | 课程目标 |
| 1、工程知识 | 1-2能针对电子信息领域的具体对象建立数学模型并求解，并具备对工程问题进行软硬件分析与设计的基本能力。 | 教学目标1、2 |
| 3、设计/开发解决方案 | 3-1能利用专业知识，根据给定的设计指标，设计电子信息领域的单元或过程。 | 教学目标3 |
| 5、使用现代工具 | 5-2能够选择与使用恰当的仪器、信息资源、工程工具和专业模拟软件，对复杂工程问题进行分析，计算与设计。 | 教学目标4 |

## 三、实验项目及学时分配

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 实验项目名称 | 目的要求 | 学时分配 | 实验类型 | 每组人数 | 必修/选修 |
| 1 | STM32程序的编写、调试和分析 | 熟悉STM32教学开发板，熟悉STM32基本固件库的应用，熟悉STM32软件开发环境，用C语言编写并调试STM32程序。 | 3 | 验证性 | 1 | 必修 |
| 2 | GPIO端口控制流水灯闪烁 | 实现PA0～PA3所接4个LED指示灯闪烁。掌握GPIO的引脚功能，输入/输出模式，相关寄存器的配置与使用，GPIO常用库函数的使用。熟悉和掌握通用GPIO的应用， | 3 | 设计性 | 1 | 必修 |
| 3 | EXIT外部中断实验 | 按下PC0～PC3所接按键，触发外部中断，相应PA0～PA3所接4个LED指示灯状态改变，掌握EXTI配置、NVIC配置、中断服务程序的编写，外部中断控制的应用。 | 3 | 设计性 | 1 | 必修 |
| 4 | USART同步/异步串行通信实验 | 从STM32的FLASH固定地址读出STM32 CPU芯片的ID序列码；通过串口上传到PC机，通过串口工具软件显示出来。掌握USART 基本工作原理、寄存器配置，波特率设置，掌握USART中断服务程序的编写，以及收发功能的应用。 | 3 | 设计性 | 1 | 必修 |
| 5 | 定时器实验 | 了解STM32通用定时器的功能、结构、计数模式，掌握定时时间的计算，掌握定时器的配置，中断程序的编写，以及定时器的应用。利用定时器TIM2产生中断， LED指示灯以2Hz频率闪烁。 | 3 | 设计性 | 1 | 必修 |
| 6 | ADC转换采样数据实验 | 了解STM32 A/D转换器的硬件结构，基本参数与功能，工作模式，掌握ADC初始化配置，ADC程序设计与应用。 | 3 | 设计性 | 1 | 必修 |
| 7 | 基于nRF 24L01的近距无线通信系统的设计 | 两人一组，实现双方的数据发送与接收，并在显示器上显示。了解和掌握近距无线数据传输原理，了解和掌握24L01的工作原理与特点，了解和掌握24L01的程序设计与应用。 | 9 | 综合性 | 2 | 选修 |
| 8 | 基于MF RC522 RFID读写器的设计 | 应用MF RC522 RFID模块，设计一个RFID读写器，实现对电子标签的读写操作，可读取校园卡的ID等。了解和掌握RFID的工作原理与特点，了解和掌握RFID的程序设计与应用。 | 9 | 综合性 | 2 | 选修 |
| 9 | 音乐播放器的设计 | 应用VS1053B音频编解码模块，设计音乐播放器实现音乐播放。了解和掌握音乐播放器的工作原理、程序设计与应用，了解和掌握VS1053B模块的特点和应用。 | 9 | 综合性 | 2 | 选修 |
| 10 | 基于WIFI模块的无线数据传输系统 | 应用WIFI模块，1个STM32开发板工作在AP模式，作为路由器，另一个STM32开发板工作在STA模式，做为客户端，进行数据传输。了解和掌握WIFI无线数据传输的工作原理和特点，了解和掌握WIFI无线数据传输的程序设计与应用。 | 9 | 综合性 | 2 | 选修 |

## 四、实验内容及教学要求

**实验项目1： STM32程序的编写、调试和分析**

1.教学内容

（1）实现1个LED指示灯闪烁。

2.教学目标

（1）了解和熟悉STM32教学开发板，熟悉STM32基本固件库的应用；

（2）了解和熟悉STM32软件开发环境；

（3）用C语言编写并调试STM32程序。

**实验项目2： GPIO端口控制流水灯闪烁**

1.教学内容

（1）PA0～PA3所连接4个LED指示灯以不同频率闪烁。

2.教学目标

（1）了解和掌握GPIO硬件结构、引脚功能以及输入/输出模式；

（2）了解和掌握GPIO相关寄存器的配置与使用，GPIO常用库函数的使用；

（3）熟悉和掌握通用GPIO的特点和应用。

**实验项目3： EXIT外部中断实验**

1.教学内容

（1）依次按下PC0～PC3所连接4个按键，触发外部中断；

（2）相应PA0～PA3所连接4个LED指示灯状态发生改变。

2.教学目标

（1）了解和掌握STM32 CPU EXTI硬件结构和软件配置；

（2）了解和掌握STM32 CPU NVIC硬件结构、软件配置以及中断优先级；

（3）了解和掌握STM32 CPU中断服务程序的编写以及外部中断控制的应用。

**实验项目4：USART同步/异步串行通信实验**

1.教学内容

（1）从STM32 CPU的FLASH固定地址读出STM32 CPU芯片的ID序列码；

（2）通过串口上传到PC上位机，通过串口工具软件显示出来。

2.教学目标

（1）了解和掌握STM32 CPU USART 工作原理、相关寄存器和波特率设置；

（2）了解和掌握STM32 CPU USART初始化配置以及发送和接收数据的过程；

（3）了解和掌握STM32 CPU串口中断服务程序的编写以及收发功能的应用。

**实验项目5：定时器实验**

1.教学内容

（1）利用通用定时器TIM2产生定时中断；

（2）LED指示灯以2Hz频率闪烁。

2.教学目标

（1）了解STM32通用定时器的功能、结构、计数模式；

（2）掌握定时时间的计算，掌握相关寄存器、库函数的应用及初始化配置；

（3）掌握通用定时器中断服务程序的编写，以及定时器的应用。

**实验项目6： ADC转换采样数据实验**

1.教学内容

（1）利用STM32 CPU内部温度传感器检测温度；

（2）在显示器上实时显示检测的温度数据。

2.教学目标

（1）了解STM32 A/D转换器的硬件结构、工作模式和基本功能；

（2）掌握STM32 ADC相关寄存器、库函数的应用以及初始化配置；

（3）掌握STM32 ADC程序设计与应用。

**实验项目7：基于nRF 24L01的近距无线通信系统的设计**

1.教学内容

两人一组，实现双方的数据发送与接收，并在显示器上显示。

（1）实现nRF 24L01点对点无线通信；进一步可实现点对多点无线通信；

（2）发送端通过按键控制发送数据；

（3）接收端实时显示接收到的数据。

2.教学目标

（1）了解和熟悉基于nRF24L01无线通信系统的工作原理、系统组成及特点；

（2）了解和掌握nRF24L01的特性及使用；熟悉SPI串行总线的使用；

（3）了解和掌握基于nRF24L01无线通信系统的软件设计与应用。

**实验项目8：基于MF RC522 RFID读写器的设计**

1.教学内容

设计一个基于MF RC522的 RFID读写器，具体要求如下：

（1）STM32 CPU与MF RC522模块采用UART进行通信；

（2）实现对电子标签的读写操作，可读取校园卡的ID等；

（3）采用LCD显示电子标签的ID信息。

2.教学目标

（1）了解和掌握基于MF RC522的 RFID读写器的工作原理、系统组成及特点；

（2）了解和熟悉MF RC522模块的特性及使用，熟悉电子标签的内部结构及使用；

（3）了解和掌握基于MF RC522的RFID读写器的软件设计。

**实验项目9：音乐播放器的设计**

1.教学内容

设计一个音乐播放器，具体要求如下：

（1）播放可识别格式的音频文件，实现音乐播放；

（2）采用键盘选择工作模式；

（3）采用LCD显示播放曲目的相关信息。

2.教学目标

（1）了解和掌握音乐播放器的工作原理、系统组成及特点；

（2）熟悉VS1053B音频编码器、解码器的工作过程、特性及使用；

（3）了解和掌握音乐播放器的软件设计。

**实验项目10：基于WIFI模块的无线数据传输系统**

1.教学内容

两人一组，应用WIFI模块进行无线数据传输，并在显示器上显示。

（1）1个STM32开发板工作在AP模式，作为路由器；

（2）另一个STM32开发板工作在STA模式，做为客户端；

（3）通过按键控制发送数据；另一端实时显示接收到的数据。

2.教学目标

（1）了解和掌握AT命令集；

（2）了解和掌握WIFI无线数据传输的工作原理和特点；

（3）了解和掌握WIFI无线数据传输的软件设计与应用。

## 五、考核及成绩评定方式

**1、考核方式**

**考核方式**：作品与报告

**成绩评定方式**：

课程目标达成情况及考试成绩评定占比（%）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 课程教学目标 | 支撑毕业要求 | 考试和评价方式成绩占比（%） | 成绩比例（%） |
| 期末考试 | 平时成绩 | 实验成绩 | 实验报告 |
| 教学目标1、2 | 支撑毕业要求1-2 | 12 | 8 | 14 | 6 | 40 |
| 教学目标3 | 支撑毕业要求3-1 | 12 | 8 | 14 | 6 | 40 |
| 教学目标4 | 支撑毕业要求5-2 | 6 | 4 | 7 | 3 | 20 |
| 合计 | 30 | 20 | 35 | 15 | 100 |

### 2、考核评价标准

**实验成绩考核评价标准**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 基本要求 | 评价标准 | 成绩比例（%） |
| 优秀 | 良好 | 合格 | 不合格 |
| 实验成绩 | 应用STM32开发板和ARM Keil集成开发环境，应用所学理论知识，熟悉和掌握STM32的片上资源，培养学生独立进行设计和分析工程问题的能力，并启发学生的创新思维、自主开展创新性实验活动。（支撑毕业要求1-2、3-1、5-2） | 能根据实验要求合理设计电路，给出实现方案；独立完成实验，对实验结果能进行有效分析。 | 能根据实验要求合理设计电路，给出实现方案；独立完成实验，对实验结果进行分析。 | 基本能根据实验要求设计电路，给出实现方案；基本完成实验，对实验结果能进行部分分析。 | 不能根据实验要求设计电路，给出实现方案；不能完成实验，对实验结果没有分析。  | 35 |

**实验报告考核评价标准**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 基本要求 | 评价标准 | 成绩比例（%） |
| 优秀 | 良好 | 合格 | 不合格 |
| 实验报告 | 能运用嵌入式系统设计课程知识识别、判断和思考实验中的现象和应用方式（支撑毕业要求1-2、3-1） | 实验报告撰写规范，内容完整,条理清晰；报告中对实验过程叙述清晰，逻辑性强，自己努力完成，没有抄袭。实验记录正确、充分、完整，对实验结果有分析，有结论。 | 实验报告撰写较规范，内容较完整，条理清晰；报告中对实验过程叙述较清晰，逻辑性较强，自己努力完成，没有抄袭。实验记录正确、完整，对实验结果有分析，对结论说明不够。 | 实验报告撰写尚规范，内容基本完整；报告中对实验过程叙述尚清晰,自己完成，无抄袭。实验记录正确、完整，对结果有一定分析，无结论。 | 实验报告撰写不规范或为提交实验报告；不独立完成,有抄袭现象,或为完成实验。 | 15 |

## 六、主要仪器设备及现有台套数

1．计算机（安装Keil μVision4软件）： 30台

2．系统开发板（STM32 CPU）： 30套

3．示波器： 30台

4．万用表： 30台

5．直流电源： 30台

6．信号发生器： 30台

7．工具箱： 1套/人

8．电子元器件： 若干

## 七、教材及参考书目

**教材：**

1. 陈志旺. STM32嵌入式微控制器快速上手（第2版）[M]. 北京：电子工业出版社，2014
2. 自编实验讲义

**参考文献：**

1. 彭刚，秦志强. 基于ARM Cortex-M3的STM32系列嵌入式微控制器应用实践[M] . 北京：电子工业出版社，2011
2. 李宁. 基于MDK的STM32处理器开发应用[M]. 北京：北京航空航天大学出版社，2008
3. 王永虹，徐炜，郝立平. STM32系列ARM Cortex-M3微控制器原理与实践 [M]. 北京：北京航空航天大学出版社，2008
4. 蒙博宇. STM32自学笔记[M]. 北京：北京航空航天大学出版社，2011
5. 范书瑞，李琦，赵燕飞. Cortex-M3嵌入式处理器原理与应用[M]. 北京：电子工业出版社，2011