计算机科学与技术学院

射频识别（RFID）原理与应用课程教学大纲（2022版）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **课程代码** | 212202 | | |
| **课程名称** | 射频识别（RFID）原理与应用 | | |
| **英文名称** | Principle and Application of Radio Frequency Identification | | |
| **课程学分/学时** | 3学分/56学时 | **课内实验学时** | 24 |
| **课程性质** | 必修课 | **开课学期** | 第4学期 |
| **先修课程** | 模拟与数字逻辑电路 | | |
| **适用专业** | 物联网工程 | | |
| **选用教材** | [1] 单承赣.射频识别(RFID)原理与应用(第3版).电子工业出版社.2021.1  [2]上海交大RFID与物联网研究所.RFID基础实验箱实验手册.2013.6.20 | | |
| **主要参考书** | [1] 许毅.RFID原理与应用(第2版).清华大学出版社.2020.8  [2] 高泽华.物联网——体系结构、协议标准与无线通信, 清华大学出版社,2020.01 | | |
| 制订（修订）人：孙永雄 王勇 王智 | | 审核人：张永刚 齐红 | |

# 课程简介

射频识别（RFID）原理与应用课程是物联网工程专业的专业必修课，它是为满足计算机、通信、物联网等科学与技术领域对计算机及网络应用人才的需要而设置的，是一门实践性很强的课程。

该课程主要介绍与RFID技术相关的原理与应用。使学生初步了解RFID技术的基本概念，紧紧围绕射频识别发展前沿的热点问题，以射频识别技术与应用为核心，比较全面和系统地掌握射频识别基本理论和应用实践的最新成果。

本课程旨在使学生掌握射频识别技术的基本理论和基本知识，培养学生分析问题和解决问题的能力，并使其具有射频识别应用系统的分析能力和初步设计能力。

The Radio Frequency Identification (RFID) principle and application course is a required course in Internet of Things Engineering. As a practical curriculum, it aims to equip computer and network application major students, seeking career paths in computer and communication technology, networking, and other science and technology fields, with essential RFID knowledge.

This course mainly introduces principles and applications related to RFID technology, including but not limited to, basic concepts of RFID technology, hot topics in frontier development of RFID technology, and essential RFID technology and applications. The knowledge covered in this course can help students assess RFID basic theory and applications comprehensively and systematically.

After taking this course, students will not only master basic concepts and theory of RFID technology but also gain capabilities in resolving problems, analyzing an RFID application system, and preliminarily designing one.

# 课程目标

|  |
| --- |
| **思想政治教育要求：**  1. 教育学生树立为祖国为人民永久奋斗、赤诚奉献的理想信念。引导学生践行社会主义核心价值观。在教学过程中规范学生为人、为事、为学。  2. 通过对RFID系统基本原理重要知识点相关背景、发展历史和最新文献的介绍学习，引导学生建立知识产权观念，增强网络安全和法律意识，培养学生解决复杂计算机工程问题过程中需具备的诚实守信和科学态度，树立攻克技术壁垒所需要的敢为人先、勇于承担、自主创新的责任感与使命感。  **学生应达成的课程目标**：  能够综合运用射频识别（RFID）系统基本原理的相关知识方法，对物联网领域复杂工程问题进行分析和建模，具备完成RFID系统设计与实现能力。  • 掌握射频识别系统的内涵及应用领域，RFID技术的基本概念和概况，包括相关概念、射频识别应用系统的组成，应答器和阅读器之间能量、时序、数据交换的关系，应答器和阅读器之间的工作原理以及RFID技术的国际标准。  • 掌握射频识别硬件系统的基本架构与工作原理，射频识别系统硬件核心内部结构、接口、性能、指标，重点实践针对LF低频、HF高频、UHF超高频读写器和标签的设置方法和工作基理，具备运用多种标准的射频识别芯片组建物联网应用系统的原型设计能力。 |

# 教学要求

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| （一）**理论课教学内容与要求**（32学时） | | | | | | | | | |
| **教学单元1** | | **RIFD技术概述** | | | | **学时** | | **2** | |
| 主要知识点  重点  难点  思政元素 | | **知识点：**RFID技术特点，硬件组成，发展现状与趋势，包括射频识别技术的概念，射频识别应用系统的组成，应答器和阅读器之间能量、时序、数据交换的关系及工作原理。  **重点：**RFID系统基本模型，基本特征。  **难点：**电子标签和读写器之间能量、时序、数据交换的关系  **思政元素：**使命担当（国内外射频识别技术与发展趋势）；国家安全（RFID系统重要性）。 | | | | | | | |
| 要求 | | （1）运用现代信息技术获取与RFID技术相关的信息、新知识、新技术的能力。  （2）查阅与RFID技术相关的外文资料能力。  （3）RFID应用系统中技术与非技术综合因素分析能力。  （4）运用RFID技术思想进行应用领域创新的思维能力。 | | | | | | | |
| **教学单元2** | | **RFID设计技术基础** | | | | **学时** | | **4** | |
| 主要知识点  重点  难点  思政元素 | | **知识点：**介绍射频识别编码与调制 通信方式 数据传输的完整性及安全性  **重点**：数据传输的完整性及安全性。  **难点**：数据完整性及安全性的实施策略。  **思政元素：**甄别能力（RFID中的认证技术）。 | | | | | | | |
| 要求 | | （1）掌握数字通信基础及信号的编码与调制。  （2）掌握RFID数据传输的完整性。  （3）掌握防碰撞算法。  （4）了解RFID中数据完整性的实施策略。  （5）了解RFID技术应用中的安全问题与安全策略。 | | | | | | | |
| **教学单元3** | | **RFID的天线技术与射频前端** | | | | **学时** | | **4** | |
| 主要知识点  重点  难点  思政元素 | | **知识点：**RFID的射频前端电路分析，其能量和信息的传输原理，应答器和阅读器射频前端电路的结构、原理以及它们之间的耦合关系。负载调制，负载匹配电路，传输线变压器，电磁兼容性。  **重点：**负载调制过程，负载匹配与传输线变压器的原理及相关应用电路。  **难点：**阅读器和应答器天线电路的谐振、能量、频带等特性，以及电感耦合、负载调制的数学模型及其定量定性分析。功力放大器电路分析。  **思政元素：**科学精神（探究RFID射频前端实现能量和信息的传输）。 | | | | | | | |
| 要求 | | （1）了解阅读器天线电路的选择。  （2）理解串联谐振回路的电路组成、谐振及谐振条件、谐振特性、能量关系。  （3）掌握电感线圈的交变磁场的原理。  （4）了解应答器天线电路的连接。  （5）掌握阅读器和应答器之间的电感耦合的参数计算。  （6）了解传输线变压器和功率合成器的工作原理和电路分析。 | | | | | | | |
| **教学单元4** | | **RFID电子标签** | | | | **学时** | | **4** | |
| 主要知识点  重点  难点  思政元素 | | **知识点：**电子标签的结构与分类，内部组成及工作原理。  **重点：**具有存储功能、含微处理器的电子标签。  **难点：**电子标签的地址和安全逻辑，操作系统命令的处理过程。  **思政元素：**工匠精神（深挖电子标签内部细节及实现）。 | | | | | | | |
| 要求 | | （1）掌握工作在不同频率上的电子标签的组成结构及其设计方法；  （2）掌握电子标签的工作原理；  （3）未来电子标签的发展趋势。 | | | | | | | |
| **教学单元5** | | **RFID读写器** | | | | **学时** | | **6** | |
| 主要知识点  重点  难点  思政元素 | | **知识点：**读写器的组成与设计要求。掌握工作在低频、高频、微波频率下的读写器的工作原理及硬件实现。  **重点：**工作在不同频率上的读写器的硬件设计与分析。  **难点：**通信链路信号分析，程序设计与防碰撞机制。  **思政元素：**工匠精神（深挖读写器内部细节及实现）。 | | | | | | | |
| 要求 | | （1）掌握工作在不同频率上的读写器的组成结构及其设计方法；  （2）工作在不同频率读写器的系统构成和工作原理；  （3）读写器的防碰撞机制。  （4）RFID读写器的发展趋势。 | | | | | | | |
| **教学单元6** | | **RFID的标准体系** | | | | **学时** | | **4** | |
| 主要知识点  重点  难点  思政元素 | | **知识点**：RFID标准的作用和内容，PICC和PCD的空中接口与半双工分组传输协议，VICC和VCD的空中接口与传输协议，ISO/IEC 18000-6的TYPE A和TYPE B空中接口与传输协议，ISO/IEC 18000-7的空中接口，相关标准中的防碰撞过程。  **重点**：ISO/IEC 14443标准的TYPE A和TYPE B空中接口与传输协议。  **难点：**RFID标准与行业应用的密切关系。  **思政元素：**工匠精神和探索精神（不同标准体系下的工作方式）。 | | | | | | | |
| 要求 | | （1）RFID标准的分析、理解能力。  （2）RFID标准的运用能力。  （3）RFID标准的发展趋势。 | | | | | | | |
| **教学单元7** | | **RFID中间件及系统集成技术** | | | | **学时** | | **4** | |
| 主要知识点  重点  难点  思政元素 | | **知识点：**RFID中间件系统概述以及产品的分类；中间件的层次结构及业务集成技术。  **重点：**RFID业务集成平台的体系架构。  **难点：**中间件业务集成技术。  **思政元素：**探索精神（中间件技术具备的优势）。 | | | | | | | |
| 要求 | | （1）掌握中间件的作用及特点。  （2）了解中间件技术的基本组件需求分析与基本设计。 | | | | | | | |
| **教学单元8** | | **RFID应用系统的构建** | | | | **学时** | | **4** | |
| 主要知识点  重点  难点  思政元素 | | **知识点：**RFID在身份识别、物品识别、动物识别方面有广泛应用，在接触式、特别是非接触式场景应用方便。有比较完善的国际标准。在安全性、技术可行性、经济性、实用性等方面有优势。  **重点：根据需求进行**相应的标准选择、传感器、计算机、通信网共同组成物联网应用系统。  **难点：**文件的组织，文件目录，文件系统的实现。  **思政元素：**工匠精神和探索精神（RFID应用系统的构建）。 | | | | | | | |
| 要求 | | （1）完整RFID系统，先确定包括通信协议、无线频率的选用、编码系统和根据格式相应标准的选定。  （2）针对系统要求确定运行环境与接口方式。  （3）器件的选择。  （4）构建系统架构。  （5）了解RFID应用系统的发展趋势。 | | | | | | | |
| （二）**实验课教学内容与要求**（24学时） | | | | | | | | | |
| **实验项目1** | **[UHF超高频实验](#_Toc322096048)** | | **学时** | **12** | 实验类型 | | 综合型 | |
| 实验内容 | 1. [超高频读写器的基本认知](#_Toc322096049) 2. [Gen2协议下标签读写实验](#_Toc322096050) 3. [读写器功率对标签读取距离影响实验](#_Toc322096051) 4. [读写器频率对标签读取距离影响实验](#_Toc322096052) 5. [RFID天线包络图实验](#_Toc322096053) 6. [Gen2协议下标签密钥修改实验](#_Toc322096054) 7. [Gen2协议下标签锁实验](#_Toc322096055) 8. Gen2协议下标签TID区分析实验 9. [标签角度对标签读取效果的影响探究实验](#_Toc322096057)   （10）[Gen2协议下标签操作编程实验](#_Toc322096058) | | | | | | | |
| 实验要求 | 了解超高频读写器和标签参数的含义和设置方法，了解功率对距离的影响。理解RFID读写器实验箱天线包络图的概念，掌握通过天线包络图定性分析实验箱天线的特点及读取性能与读取位置的关系。了解和掌握RFID超高频电子标签的性能和应用场景。 | | | | | | | |
| **实验项目2** | **[HF高频实验](#_Toc322096060)** | | **学时** | **8** | 实验类型 | | 综合型 | |
| 实验内容 | （1） [高频读写器的基本认知](#_Toc322096061)  （2） [ISO14443A协议下标签密钥修改实验](#_Toc322096062)  （3） [ISO14443A协议下存取控制位修改实验](#_Toc322096063)  （4） [ISO14443A协议下标签数据读写实验](#_Toc322096064)  （5） [ISO14443A协议下标签加值减值实验](#_Toc322096065)  （6） [ISO14443A协议下多个标签的读取实验](#_Toc322096066)  （7） ISO14443A编程实验 | | | | | | | |
| 实验要求 | 了解高频读写器的基本原理，了解系统命令参数的意义和设置方式。了解S50卡的工作原理，清楚的认识S50卡的数据组成，理解ISO 14443A协议，以及在协议下对标签进行数据读写和对多个标签的数据读取。了解和掌握RFID高频电子标签的性能和应用场景。 | | | | | | | |
| **实验项目3** | **低频读写器实验及综合实验** | | **学时** | **4** | 实验类型 | | 综合型 | |
| 实验内容 | （1） 利用低频读写器读取标签的信息。  （2） 低频读写器编程实验。  （3） 不同频段不同协议下RFID标签对比实验。 | | | | | | | |
| 实验要求 | 了解低频读写器的工作机理，了解RFID在不同频段、不同协议下标签数据的读写及性能特点。 | | | | | | | |
| **教学形式与方法** | | | | | | | | | |
| **教学形式**  课堂教学、课堂测验、课外作业等。  （1）通过32学时的课程教学，使学生了解和掌握教学内容中规定的一些基本概念、基本理论和基本方法。  （2）课外设计，将学生分组，应用RFID相关技术自行书面设计应用系统，旨在引导学生深入理解理论知识，并将这些理论知识用于实践，培养学生解决实际的硬件软件设计和开发能力。  **教学方法**  本课程教学方法主要采用讲授法、讨论法、练习法、任务驱动法、自主学习法。课堂教学过程包括导课、讲授新知、拓展及总结，并结合课堂测试消化理解教学内容；实验教学通过不同实验加深学生对RFID系统原理的理解，通过章节作业巩固学生对基本知识、原理及应用的掌握，以实际应用需求作为要解决的问题。 | | | | | | | | | |

# 考核要求

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **总体要求**  课程考核针对课程目标，体现解决复杂工程问题能力；考核内容能够支撑相关毕业要求。 | | |
| **考核环节** | **考核形式** | **课程目标中能力目标考核占比不低于** |
| 平时考核  （占总成绩15%） | 课堂测试  课外作业 | 70% |
| 实验考核  （占总成绩25%） | 实验项目  实验报告 | 70% |
| 期末考核  （占总成绩60%） | 闭卷笔试 | 80% |
| **课程目标达成标准及成绩评定** | | |
| **课程目标达成标准**  能够综合运用射频识别系统基本原理的相关知识方法，对物联网领域复杂工程问题进行分析和建模，具备完成RFID系统设计与实现能力。  **成绩评定**  1．课程目标达成标准为及格标准。  2．具体成绩根据课程目标达成程度给出，详见平时考核评分标准、期末考核评分标准（参考答案及相应分值）。 | | |

附录0 针对课程目标的考核内容及分值占比要求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **考核内容及分值占比**   1. RFID系统基本原理：RFID的技术特点、阅读器的组成及作用、电子标签的组成及作用、中间件及功能、天线场理论、RFID系统的基本区别特征。（分值占比约40%） 2. RFID系统设计：RFID通信模型、RFID通信握手的目的、RFID信道容量、信源编码、信道编码、数字调制、编码方式的选择因素、副载波的作用、RFID中数据完整性的实施策略、针对RFID的安全攻击应对方法（分值占比约60%）   注：以上各项考核内容分值占比总和为100%。 | | | |
| **考核环节** | 考核项 | **对应考核内容** | **分值占比** |
| 平时考核 | 课堂测试  课外作业  （占总成绩15%） | 1. RFID系统基本原理 | 100% |
| 实验考核 | 实验项目  实验报告  （占总成绩25%） | 2. RFID系统设计—[UHF超高频实验](#_Toc322096048) | 50% |
| 2. RFID系统设计—[HF高频实验](#_Toc322096060) | 35% |
| 2. RFID系统设计—低频读写器实验及综合实验 | 15% |
| 期末考核 | 期末试卷  （占总成绩60%） | 1. RFID系统基本原理 | 50% |
| 2. RFID系统设计 | 50% |
| 平时考核评分标准、期末考核评分标准（参考答案及相应分值）严格遵从上述要求 | | | |

# 附录1 课程支撑的毕业要求

|  |  |
| --- | --- |
| **课程支撑的毕业要求** | **支撑**  **强度** |
| 毕业要求1. 工程知识：掌握从事物联网工程专业相关工作所需的数学、自然科学、工程基础和专业知识，并具备运用这些知识解决物联网领域复杂工程问题的能力。 | 强 |
| 毕业要求3. 设计/开发解决方案：掌握物联网工程专业领域系统设计、集成、开发及工程应用的基本方法，能够综合运用理论和技术手段设计解决物联网领域复杂工程问题的方案，设计满足特定需求的物联网系统，能够将创新意识体现到设计环节中；具备在设计/开发中考虑社会、健康、安全、法律、文化及环境等因素的基本素养。 | 强 |