**《工业控制网络技术》课程教学大纲**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程名称** | **中文** | | **工业控制网络技术** | | | |
| **英文** | | Industrial control network technology. | | | |
| **课程代码** | A313098 | | **开课学院/系** | 电气信息工程学院/自动化系 | **制定/修订**  **时间** | 2023.09 |
| **课程类别** | 必修/专业课 | | **学分** | 2.5 | **学时** | 40 |
| **适用专业** | 自动化 | | | | | |
| **先修课程** | 计算机网络技术、自动控制原理、单片机原理与应用 | | | | | |
| **选用教材** | 张帆.工业控制网络技术.北京：机械工业出版社，2016. | | | | | |
| **课时分配** | 理论教学32学时，实验教学8学时 | | | | | |
| **撰写人** | 赵俊杰 | **审定人** | | 李博 | **批准人** | 薛波 |

**一、课程简介**

《工业控制网络技术》是自动化专业主要专业课程之一，该课程重点在于了解现场总线的发展过程、工作原理，了解并掌握现场总线系统的建立、管理与维护方法，重点理解并掌握CAN总线、PROFIBUS、LonWorks等总线协议的工作原理。本课程以现场总线基本技术及其节点设计为主要内容，目的是使学生掌握现场总线系统的网络结构及数据通信原理等基本知识，学会阅读并理解现场总线协议/规范，能够设计一般设备的现场总线通信接口，掌握典型现场总线系统的基本应用技术，并为学生进行现场总线系统设计和现场总线分析奠定一定的基础。

**二、课程目标**

课程目标1：掌握工业以太网、控制器局域网、Profibus等常用工业协议的工作原理。掌握工业控制网络通讯故障检测与判断的方法，能够使用相关仪器对网络性能进行测试并完成控制网络参数的计算。

课程目标2：能够围绕2-3种不同工业控制网络协议，基于PLC、单片机等平台完成节点的设计、系统的搭建并实现数据的传输。能够综合专业文献，分析比较不同工业网络系统集成解决方案的优劣及其对安全生产、环境保护的影响。

**三、课程目标与毕业要求的支撑关系**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **毕业要求** | **毕业要求指标点** | **课程目标** |
| 毕业要求2：问题分析 | 2.3能够应用自动控制、计算机控制与工业控制网络原理和分析方法，识别和分析典型自动化系统的关键环节和参数。 | 1 |
| 毕业要求3：设计/开发解决方案 | 3.4能在设计中综合考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素，进行设计方案和实施工艺流程的比较和可行性论证。 | 2 |

**四、课程教学内容**

（一）理论教学部分

内容1：现场总线技术概述

1．基本内容：现场总线简介、现场总线系统的特点，以现场总线为基础的企业网络系统的基本原理，以及现场总线技术的标准。

2．重点：了解现场总线的发展过程，现状以及未来发展趋势，了解现场总线系统的特点及其工作原理。

3．难点：现场总线的组成结构，工作原理。

4．知识目标：掌握工业控制网络系统基本概念。

5．能力目标：掌握总线的组成、工作原理。

6．素质目标：通过了解工业控制网络技术发展历程以及我国目前的发展现状，建立文化自信，树立家国情怀；培养学生判断、分析、解决问题的能力。

内容2：数据通信基础

1．基本内容：数据通信系统中的基本术语、通信系统的性能指标，数据编码，数据传输方式，通信线路的工作方式，信号的传输模式，传输差错的检测及其纠正。

2．重点：了解数据通信系统中的基本术语、通信系统的性能指标，数据编码原理，数据传输方式，通信线路的工作方式，信号的传输模式；掌握数据通信过程中传输差错的检测及其纠正的工作原理和方法。

3．难点：数据编码原理、传输差错的检测及其纠正。

4．知识目标：掌握数据通信的基本知识。

5．能力目标：掌握数据编码原理、传输差错的检测及其纠正。

6．素质目标：了解我国工业控制网络技术发展的“瓶颈”问题（通信控制器芯片），激发青年学生以“青春之我”奋发图强，拥有勤奋学习的态度，慎重求实、创新的工作作风。

内容3：控制网络基础

1．基本内容：控制网络的特点，控制网络的拓扑结构，传输所采用的介质及其介质访问控制方式，网络互连及其参考通信模型和互连设备。

2．重点：了解控制网络的特点，控制网络的拓扑结构；掌握传输所采用的介质特性及其介质访问控制方式；掌握网络互连的通信参考模型原理及其互连设备的作用。

3．难点： 网络传输介质的访问控制方式，OSI参考模型的功能划分。

4．知识目标：掌握控制网络的基础知识。

5．能力目标：掌握网络传输介质的访问控制方式，OSI参考模型的功能划分。

6．素质目标：能够从控制系统角度出发，用数学知识分析控制网络的应用案例，积极思考，具有学以致用、理论联系实际的能力；拥有必然的判断、解析、解决问题的能力。

内容4：CAN总线与基于CAN总线的控制网络

1．基本内容：CAN总线通信技术的概况，报文帧的类型与结构，CAN通信中遇到的问题和解决方法，CAN通信控制器及其相关节点控制器件的工作原理，以及基于CAN通信的时间触发协议。

2．重点：了解CAN总线通信技术的概况，报文帧的类型与结构；理解CAN通信中遇到的问题和解决方法；掌握CAN通信控制器及其相关节点控制器件工作原理，以及基于CAN通信的时间触发协议原理。

3．难点：CAN通信控制器及其相关节点控制器件工作原理，以及基于CAN通信的时间触发协议原理。

4．知识目标：掌握CAN总线的基本概念及原理。

5．能力目标：掌握CAN通信控制器及其相关节点控制器件工作原理，以及基于CAN通信的时间触发协议原理。

6．素质目标：从节点的数据传输模式出发，培养学生团队配合的素养，养成认真负责、精检细修、文明安全生产的良好职业道德。

内容5：Lonworks控制网络

1．基本内容：Lonworks技术概述及其应用系统结构，LonWorks分散式通信控制处理器（神经元芯片），通信过程及其通信协议，LonWorks的互操作性。Lonworks技术在列车[网络监控系统](http://www.chinaaet.com/tags/%E7%BD%91%E7%BB%9C%E7%9B%91%E6%8E%A7%E7%B3%BB%E7%BB%9F)具体应用方法。

2．重点：了解Lonworks技术概述及其应用系统结构和互操作性；掌握LonWorks分散式通信控制处理器（神经元芯片）的工作原理和使用方法；掌握LonWorks通信过程及其通信协议。针对列车各种电子设备通信类型的不同（数字量、模拟量）、通信量大、列车编组不固定等特点，实现对整个通信网络参数合理的动态配置。

3．难点： LonWorks分散式通信控制处理器（神经元芯片）的工作原理和使用方法。

4．知识目标：掌握Lonworks总线的基本概念及原理。

5．能力目标：掌握LonWorks分散式通信控制处理器（神经元芯片）的工作原理和使用方法。

6．素质目标：从分布式系统的角度出发，学会科学合理处理个人及团队两者之间对立统一关系， 既要达到应用要求，又要节约资源，体现辩证思维的智慧，具有辩证思维、系统思维能力。

内容6：PROFIBUS

1．基本内容：PROFIBUS概述及其通信协议，PROFIBUS—DP、PROFIBUS—PA的工作原理，PROFIBUS站点的开发与实现。在过程自动化的应用过程中，针对防爆区域对本质安全的要求，实现物理层的相关配置。介绍实际应用方案中的非技术因素设计，如安全与健康防护、环保等因素。

2．重点：了解PROFIBUS概述及其通信协议的基本内容；掌握PROFIBUS—DP、PROFIBUS—PA的工作原理；掌握PROFIBUS站点的开发与实现的方法。

3．难点：PROFIBUS—DP、PROFIBUS—PA的工作原理，实现本质安全的基本要求及其局限性。

4．知识目标：掌握PROFIBUS总线的基本概念及原理。

5．能力目标：掌握PROFIBUS—DP、PROFIBUS—PA的工作原理。能够在方案设计中考虑包括安全在内的多种因素的影响。

6．素质目标：从本质安全角度出发，体现细节决定成败，培养学生良好的心理素质、职业道德素质和高度责任心。

内容7：短程无线数据通信

1．基本内容：无线数据通信的标准及其相关技术，蓝牙无线微微网、ZigBee低速短程网的工作原理。阐述和比较在各种复杂工程解决方案中不同种类的无线通信协议的优缺点。介绍无线通信在实现智能家居系统中的应用现状及未来趋势。

2．重点：了解无线数据通信的标准及其相关技术；掌握蓝牙无线微微网的通信原理；掌握ZigBee低速短程网的结构，技术特点及其工作原理。

3．难点：蓝牙设备的通信连接，蓝牙基带控制器芯片的工作原理。在保证无线通信的数据安全前提下，完成设备互联，并实现数据共享及后台监控。

4．知识目标：掌握无线数据通信的标准及其相关技术。

5．能力目标：掌握蓝牙设备的通信连接、蓝牙基带控制器芯片的使用方法。能够分析各种无线通信方案中的选用原则、系统设计等，并说明因此带来的各种影响。

6．素质目标：通过了解我国工业控制网络技术的发展历程及该领域的竞争现状，培养学生具有独立思考、勇于探究、坚持不懈的科研精神；了解工业控制网络系统的相关标准，培养学生养成遵守职业准则的职业素养。

（二）实验教学部分

实验1：基于工业以太网的数据通信

1．实验内容：完成控制系统硬件认识及接线，利用工业以太网接口实现不同设备之间的数据交换。

2．实验目标：掌握控制系统的硬件组成部分，完成软硬件设计，并能够实时远程监测相关设备的数据。

实验2：基于Profibus-DP的数据通信

1．实验内容：完成控制系统硬件组态，通过Profibus-Dp接口实现对PLC I/O口的远程控制。

2．实验目标：掌握控制系统的软硬件设计方法，实现远程控制相关被控对象（灯光、电机、继电器等对象的启停控制）。

实验3：数据通信系统故障检测及性能指标

1．实验内容：通过特定仪器，完成对数据通信系统的故障检测，了解通信系统的相关通信指标。

2．实验目标：掌握故障检测的相关方法以及仪器的使用方法。

**五、教学内容、教学方式与课程目标的支撑关系**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程目标** | **教学内容** | **教学方式** | | |
| **线下教学** | **混合教学** | **线上教学** |
| 课程目标1 | 内容1：现场总线技术概述  内容2：数据通信基础  内容3：控制网络基础  实验3：数据通信系统故障检测及性能指标 | √ |  |  |
| 课程目标2 | 内容4：CAN总线与基于CAN总线的控制网络  内容5：Lonworks控制网络  内容6：PROFIBUS  内容7：短程无线数据通信  实验1：基于工业以太网的数据通信  实验2：基于Profibus-DP的数据通信 | √ |  |  |

**六、课程教学方法与学时分配**

（一）教学方法

1．兴趣培养：引导、激励学生的学习积极性和自主性，让学生对课程有一个总体把握，多举一些生活中常见的工业控制网络系统的实例，使课程更生动，让学生有直观的认识，对课程学习产生兴趣。

2．合理安排和组织教学进程：从基本知识的基础出发，以使学生快乐学为目标，深入浅出，循序渐进，使学生容易接受，容易理解。

3．良好的师生互动：让学生参与教学过程，成为真正意义上的主体。

4．多媒体技术广泛应用：运用动画和声音，使课程内容更直观、丰富、形象、多样、新颖，将抽象、不易理解的理论基础内容以动态图像演示出来。将抽象的电现象用模拟的方法展示给学生。让枯燥抽象的课程内容生动化、形象化，从而易于被学生接受和理解。同时，利用网络课堂为学生提供自学的条件和环境。

5．有效的提问和作业：作业是检验学生对所学知识掌握情况的有效的手段。为了达到能让学生不仅吸收所学知识，并且将知识融会贯通、学以致用，教师就要引导性的提问，布置作业时，要从基础知识出发，引发学生思考，扩展学生思维。让学生在自己完成作业的过程中，培养学生的思维能力和创新能力。

6．学会总结：要进行教师总结和学生总结。

7．做好课程实验：利用学校资源，以知识作为基础，结合课内实验环节，使学生通过亲身实践，掌握课程基本知识内容。从而培养学生解决问题的思路和方法，提高学生的创造能力和适应变化的能力。通过实验环节的分组合作，完成通信收发设备之间的协同配合，从而培养学生的团队合作能力。

1. 学时分配

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **教学内容** | **课堂讲授** | **实验** | **合计** |
| 内容1：现场总线技术概述 | 4 |  | 4 |
| 内容2：数据通信基础 | 6 |  | 6 |
| 内容3：控制网络基础 | 6 |  | 6 |
| 内容4：CAN总线与基于CAN总线的控制网络 | 6 |  | 6 |
| 内容5：Lonworks控制网络 | 4 |  | 4 |
| 内容6：PROFIBUS | 4 |  | 4 |
| 内容7：短程无线数据通信 | 2 |  | 2 |
| 实验1：基于工业以太网的数据通信 |  | 2 | 2 |
| 实验2：基于Profibus-DP的数据通信 |  | 2 | 2 |
| 实验3：数据通信系统故障检测及性能指标 |  | 4 | 4 |
| 合计 | 32 | 8 | 40 |

**七、课程考核及成绩评定方法**

本门课程采用“N+1”过程性考核的方式进行考核。

考核方式：采用作业、阶段测验和实验相结合的形式对学生课程成绩进行综合评定。课程目标达成评定考核总成绩中，作业成绩占10%、阶段测验成绩占30%、实验成绩占10%、期末考试成绩占50%。

课程目标与课程考核环节的对应关系：

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **课程目标** | **考核环节** | | | | **合计** |
| **作业** | **阶段测验** | **课内实验** | **期末考试** |
| 1 | 课程目标1 | 5% | 15% | 5% | 30% | 55% |
| 2 | 课程目标2 | 5% | 15% | 5% | 20% | 45% |
| 合计 | | 10% | 30% | 10% | 50% | 100% |

各考核环节按照附件中的评分标准进行成绩评定。

**八、课程参考书目及资源**

1. 张帆. 工业控制网络技术. 北京：机械工业出版社, 2016.

2. 杨卫华. 工业控制网络技术. 北京: 机械工业出版社, 2008.

3. 中国大学MOOC共享课，工业控制网络与现场总线，北京信息职业技术学院https://www.icourse163.org/course/BITC-1464050180?from=searchPage.

**附件：评分标准**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **考核环节** | **优**  **（90～100）** | **良**  **（80～89）** | **中等**  **（70～79）** | **及格**  **（60～69）** | **不及格**  **（<60）** |
| **作业** | （1）按时按要求完成控制网络参数的计算；（2）书写清晰、逻辑性强、画图规范；（3）正确率高。 | （1）按时按要求完成控制网络参数的计算；（2）书写清晰、逻辑性较强、画图部分不规范；（3）正确率较高。 | （1）按时按要求完成控制网络参数的计算；（2）书写较清晰、逻辑性较强、画图不规范；（3）正确率中等。 | （1）按时按要求完成控制网络参数的计算；（2）书写清晰、逻辑性较差、画图不规范；（3）正确率偏低。 | （1）未按时按要求完成控制网络参数的计算；（2）书写潦草、逻辑混乱、画图错误；（3）计算错误。 |
| **实验报告** | （1）能够围绕2-3种不同工业控制网络协议，在PLC、单片机等平台完成节点的设计、系统的搭建并实现数据的传输。能够使用相关仪器对网络性能进行测试并完成控制网络参数的计算；（2）对实验数据能进行准确的分析与解释，并得出正确的结论；（3）书写认真，画图规范。 | （1）能够围绕2-3种不同工业控制网络协议，基于PLC完成节点的设计、系统的搭建并实现数据的传输；（2）对实验数据能进行准确的分析与解释，并得出正确的结论；（3）书写认真，画图规范。 | （1）能够围绕1种不同工业控制网络协议，基于PLC完成节点的设计、系统的搭建并实现数据的传输；（2）对实验数据能进行较准确的分析与解释，并得出正确的结论；（3）书写认真，画图规范。 | （1）能够围绕1种不同工业控制网络协议，用PLC完成节点的设计、系统的搭建并实现数据的传输；（2）实验数据的分析与解释不够准确，结论存在一定错误；（3）书写认真，画图规范性不够。 | （1）未能完成节点的设计并实现节点之间的数据通信。 |
| **阶段测验** | 采用随堂测验的方式，考查内容按照“七、课程考核及成绩评定方法”中的要求，依据该考核环节与课程目标之间的对应关系，按照参考答案与评分标准评分。 | | | | |
| **期末考试** | 采用试卷考试的方式，考查内容按照“七、课程考核及成绩评定方法”中的要求，采用填空题、计算题等题型，依据该考核环节中每个题型与课程目标之间的对应关系，按照期末考试参考答案与评分标准评分。 | | | | |