**《电气控制与PLC技术》课程教学大纲**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程名称** | **中文** | | 电气控制与PLC技术 | | | |
| **英文** | | Electrical Control and PLC Technology | | | |
| **课程代码** | A313074 | | **开课学院/系** | 电气信息工程学院/电气工程系 | **制定/修订**  **时间** | 2023年9月 |
| **课程类别** | 专业基础课 | | **学分** | 3.0 | **学时** | 48 |
| **适用专业** | 电气工程及其自动化 | | | | | |
| **先修课程** | 电路原理、模拟电子技术基础、数字电路 | | | | | |
| **选用教材** | 韩晓新. 三菱FX系列PLC基础及应用. 北京：机械工业出版社，2010. | | | | | |
| **课时分配** | 理论教学32学时，实验教学16学时 | | | | | |
| **撰写人** | 朱成喜 | **审定人** | | 王琪 | **批准人** | 薛波 |

**一、课程简介**

《电气控制与PLC技术》是电气工程及其自动化专业的专业基础课，该课程在理论学习的基础上，突出PLC控制实验和实践方面的训练。课程包含两部分内容，电气控制技术（继电-接触器控制技术）和PLC控制技术。电气控制技术是传统控制技术，也是学习和掌握PLC控制技术所必需的基础。PLC控制技术是本课程的主要内容，重点介绍PLC的硬件系统、指令系统、编程方法、程序结构与程序设计。最后介绍PLC控制的工程实例，使学生掌握PLC控制系统的设计、接线和编程方法。实验部分内容主要以三菱公司FX3U系列PLC以及相关实验模块作为平台，以理论授课和工程实践相结合的方式开设实验，旨在使学生能够在学习理论知识的基础上，掌握用PLC控制技术设计电机拖动控制系统及其产品的开发、安装、维护等应用能力，为学习后续课程及从事与本专业发展相关的技术工作打好坚实的基础。

**二、课程目标**

该课程的教学目标如下：

课程目标1：掌握电气控制技术和PLC控制技术的基本原理，掌握用PLC控制技术设计电机拖动控制系统及其产品的开发、安装、维护等应用技能，具有解决电气控制及自动化领域复杂工程问题的能力。

课程目标2：掌握常用低压电器、典型机械电气控制线路，熟练掌握PLC控制技术在电气控制线路中的应用，具备分析、设计和改进一般控制设备电气控制线路的能力。

课程目标3：培养学生电气控制线路与程序的阅读分析能力和电气控制系统与装置的设计能力，能够针对电气控制及自动化领域的复杂工程问题，独立设计满足工业需求的电气自动化控制系统。

课程目标4：培养学生的工科人文情怀和精益求精的工匠精神；引导学生弘扬刻苦勤奋、攻坚克难的创新精神；激发青年学生的爱国热情，树立为中华民族的伟大复兴而奋斗的信念；培养学生的文化自信，激发学生专业学习的使命感；树立责任感，为国奉献的精神，鼓励学生创造人生价值，报效祖国。

**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1：  工程知识 | 1.5 能针对电气工程及其自动化领域中电气系统设计与应用等专业工程问题的解决方案进行比较和综合。 | 课程目标1 |
| 毕业要求2：  问题分析 | 2.3 能够借助文献研究分析电气工程及其自动化复杂工程问题已有的多种解决方案，寻找替代解决方案，并分析其合理性，获得有效结论。 | 课程目标2 |
| 毕业要求3：  实际/开发解决方案 | 3.2 能够针对电气工程及其自动化领域复杂工程问题，确定设计目标与任务，完成具体的系统软硬件解决方案和实施工艺流程设计，并体现创新意识。 | 课程目标3 |

**四、课程教学内容**

**（一）理论教学部分**

内容1：绪论

1．基本内容：了解电气控制电路的概念以及电气控制线路的发展过程；了解PLC控制电路的优缺点；了解电气控制技术及PLC技术在工业生产中的应用。

2. 重点：PLC控制技术的优点，与其他控制芯片的区别。

3. 难点：PLC控制技术的优点，与其他控制芯片的区别。

4. 知识目标：了解电气控制技术的定义和特点。

5. 能力目标：让学生了解电气控制技术的发展和历程。

6. 素质目标：通过了解电气控制技术及PLC技术发展历程，引导学生弘扬刻苦勤奋、攻坚克难的创新精神；了解我国PLC发展的“瓶颈”问题，激发青年学生以“青春之我”奋发图强，努力学习。

内容2：常用低压电器

1．基本内容：低压电器的基本知识；电磁式低压电器的基本结构和工作原理；接触器、继电器、熔断器、主令电器、低压开关类电器等常用低压电器的基本结构和工作原理。

2. 重点：常用低压电器（接触器、继电器、熔断器、主令电器、低压开关类电器等）的结构和工作原理。

3. 难点：常用低压电器的工作原理、用途、符号及其正确选型。

4. 知识目标：让学生熟练掌握常用低压电器的工作原理、用途、符号及其正确选型。

5. 能力目标：培养学生熟练掌握本课程常用低压电器的基本理论知识，熟练掌握常用电压电器的使用。

6. 素质目标：观看自动采收无人机和运输无人机实现自主作业视频，结合所学习的常用低压电器原理，培养学生理论联系实际、学以致用、实事求是、尊重自然规律的科学态度；培养学生的工科人文情怀和精益求精的工匠精神、团队协作精神。

内容3：电气控制线路基础

1．基本内容：电气控制线路原理图的分类和绘制原则；电气原理图的绘制原则、结构和工作原理；三相异步电动机基本控制电路的构成和工作原理；电气控制系统常用保护措施和电气控制系统的设计。

2. 重点：电气原理图的结构和绘制原则；三相异步电动机的控制电路设计；电气控制系统常用保护措施。

3. 难点：三相异步电动机基本控制电路的电气控制电路设计。

4. 知识目标：让学生熟练掌握三相异步电动机基本控制电路，学会设计基本的电气控制线路。

5. 能力目标：掌握电气控制技术的基本原理，掌握用电气控制技术设计电机拖动控制系统及其产品的开发、安装、维护等应用技能，具备分析、设计和改进一般控制设备电气控制线路的能力。

6. 素质目标：通过思政故事：钱学森的英雄事迹，引导学生弘扬钱学森刻苦勤奋的学习精神、攻坚克难精神、创新精神以及其“学成必归”“五年归国路”“十年造两弹”报效祖国的爱国精神。

内容4：PLC概述

1．基本内容：PLC的发展及应用；PLC的结构和分类；PLC的硬件系统组成及工作原理；PLC的编程语言。

2. 重点：掌握PLC的结构组成、工作方式和工作原理。

3. 难点：掌握PLC的结构组成和工作原理。

4. 知识目标：让学生熟练掌握PLC的结构及其基本工作原理。

5. 能力目标：培养学生掌握PLC控制电路的基本理论知识。

6. 素质目标：通过思政故事：从“中国制造”到“中国智造”，提高学生对工业现代化的认识，了解目前我国制造业的现状，激发青年学生的爱国热情，树立为中华民族的伟大复兴而奋斗的信念。

内容5：基本逻辑指令与梯形图

1．基本内容：PLC基本逻辑指令简介；基本逻辑指令的编程规则与技巧；梯形图与基本逻辑指令的变换；基本逻辑指令和梯形图的应用；三相异步电机基本控制电路的PLC控制方法和编程。

2. 重点：熟练掌握典型电气控制线路的PLC控制电路接法和PLC编程；掌握PLC的程序设计方法和编程方法。

3. 难点：典型电气控制电路的PLC连接方法和PLC的程序设计方法。

4. 知识目标：让学生熟练掌握典型电气控制线路的PLC控制电路接法和PLC的程序设计方法。

5. 能力目标：培养学生电气控制系统与装置的设计能力，能够针对电气控制及自动化领域的复杂工程问题，独立设计满足工业需求的电气自动化控制系统。

6. 素质目标：通过思政故事：高速飞车正在中国“起飞”，培养学生的文化自信，树立正确的人生观、世界观，激发学生专业学习的使命感。

内容6：状态图与顺控指令

1．基本内容：PLC顺序功能图、步进指令及步进梯形图的原理、编程方法及应用；顺序功能图的类型、功能介绍及应用；状态图与顺控指令的设计实例。

2. 重点：掌握步进指令和步进梯形图的基本概念、原理及设计方法；掌握顺序功能图五种流程结构的编程方法。

3. 难点：掌握顺序功能图五种流程结构的编程方法。

4. 知识目标：让学生掌握步进指令和步进梯形图的基本概念、原理及设计方法，并学会基本流程控制电路的步进梯形图设计方法。

5. 能力目标：培养学生电气控制线路与程序的阅读分析能力和电气控制系统与装置的设计能力，能够针对气控制及自动化领域的复杂工程问题，独立设计满足工业需求的电气自动化控制系统。

6. 素质目标：通过思政故事：“中国智造”的腾飞，树立学生的责任感，使命感，为国奉献的精神，懂得大国工匠的精神实质。鼓励学生创造人生价值，报效祖国。

**（二）实验教学部分**

实验1：电机降压启动实验

1.实验内容：交流电动机需要星型-三角形降压启动，即是在电机启动过程中通过改变电机的接线方式从而改变电压，达到降低启动电流的目的。具体步骤为启动时电动机先接成星型连接，过几秒钟再变成三角形连接运行。

2.实验目标：熟练掌握电机的星型-三角形降压启动控制方式；熟悉电机的接线方法和常规控制电路设计；掌握三菱Fx3U PLC的电机启动程序编写方法。

实验2：电机正反转实验

1.实验内容：交流电动机有正转启动和反转启动。具体步骤为正转时电动机的三相接头直接接在三相电源上；反转时将三相电源的其中2相进行对调，电机变换成反转运行。

2.实验目标：熟练电机正反转的工作原理；掌握PLC与电机的接线方式。

实验3：舞台灯光控制实验

1.实验内容：霓虹灯广告和舞台灯光控制都可以采用PLC进行控制，如灯光的闪耀、移位及时序的变化等。舞台灯光自动控制演示装置共有10道灯管，直线、拱形、圆形及文字。闪烁的时序为：中间文字0.5秒依次闪烁，外围灯管程扩散状。循环往复。

2.实验目标：熟练掌握定时器的用法；掌握PLC与外部电路的实际接线；利用定时器设计舞台灯光控制电路。

实验4：洗衣机模拟实验

1.实验内容：使用PLC控制洗衣机，模拟全自动洗衣机的洗衣全过程。其工作流程图见实验指导书。

2.实验目标：掌握PLC数字输入接口的连接方法；掌握PLC定时器和计数器的用法，编写模拟洗衣机工作的梯形图程序。

实验5：智力竞赛抢答器

1.实验内容：设计3组智力竞赛抢答器：分别为儿童组（2人），成人（1人）和教授组（2人）。主持人按下开始键后开始抢答，先按键的组灯先亮。其中，儿童组2人有1人按键就算整组按下，教授组2人都按下才算整组按下。

2.实验目标：熟练掌握PLC的I/O连接；熟悉PLC逻辑编程的方法；掌握PLC电气互锁程序的设计方法。

实验6：交通信号灯控制实验

1.实验内容：十字路口交通信号灯在我们日常生活中经常可以遇到，其控制通常采用数字电路控制或单片机控制可以达到目的，这里我们用PLC对其进行控制。其控制工作流程图见实验指导书。

2.实验目标：掌握PLC与外部电路的硬件接线；PLC控制十字路口交通灯的程序设计方法。

实验7：轧钢机模拟控制实验

1.实验内容：在冶金企业中轧钢机是重要的组成部分，下面我们将要用PLC实现对轧钢机的模拟，其工作流程图见实验指导书。

2.实验目标：在了解轧钢机基本工作时序基础上，采用定时器和计数器，根据时序图来设计复杂的逻辑控制程序。

实验8：多种液体混合模拟实验

1.实验内容：使用PLC控制液体混合模块，实现三种液体的顺序混合，其工作流程图见实验指导书。

2.实验目标：掌握PLC与外部电路的实际接线，掌握PLC顺序控制程序的设计方法。

**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：绪论  内容2：常用低压电器简介  内容4：PLC概述 | √ |  |  |
| 课程目标2 | 内容3：电气控制线路基础  实验1：基本逻辑指令与梯形图  实验2：状态图与顺控指令 | √ |  |  |
| 课程目标3 | 内容3：电气控制线路基础  内容5：基本逻辑指令与梯形图  内容6：状态图与顺控指令  实验3：舞台灯光控制实验  实验4：洗衣机模拟实验  实验5：智力竞赛抢答器  实验6：交通信号灯控制实验  实验7：轧钢机模拟控制实验  实验8：多种液体混合模拟实验 | √ |  |  |

**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数字信号处理的实例，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，以使学生乐学为前提，深入浅出，循序渐进，使学生容易接受，容易理解。

(3) 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。

(4) 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。

1. 学时分配

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **教学内容** | **课堂讲授** | **线上**  **讲授** | **实验** | **上机** | **合计** |
| 内容1：绪论 | 2 |  |  |  | 2 |
| 内容2：常用低压电器简介 | 6 |  |  |  | 6 |
| 内容3：电气控制线路基础 | 6 |  |  |  | 6 |
| 内容4：PLC概述 | 4 |  |  |  | 4 |
| 内容5：基本逻辑指令与梯形图 | 8 |  |  |  | 8 |
| 内容6：状态图与顺控指令 | 6 |  |  |  | 6 |
| 实验1：电机降压启动实验 |  |  | 2 |  | 2 |
| 实验2：电机正反转实验 |  |  | 2 |  | 2 |
| 实验3：舞台灯光控制实验 |  |  | 2 |  | 2 |
| 实验4：洗衣机模拟实验 |  |  | 2 |  | 2 |
| 实验5：智力竞赛抢答器 |  |  | 2 |  | 2 |
| 实验6：交通信号灯控制实验 |  |  | 2 |  | 2 |
| 实验7：轧钢机模拟控制实验 |  |  | 2 |  | 2 |
| 实验8：多种液体混合模拟实验 |  |  | 2 |  | 2 |
| 合计 | 32 |  | 16 |  | 48 |

**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：采用平时作业、实验操作和课堂考核相结合的形式对学生课程成绩进行综合评定。课程总成绩中，平时作业成绩占10%、实验操作成绩占20%、课堂考核成绩占20%、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** |
| **平时作业** | **实验操作** | **课堂考核** | **闭卷考试** |
| 1 | 课程目标1 | 5% | 0% | 5% | 5% | 15% |
| 2 | 课程目标2 | 5% | 10% | 5% | 20% | 40% |
| 3 | 课程目标3 | 0% | 10% | 10% | 25% | 45% |
| 合计 | | 10% | 20% | 20% | 50% | 100% |

各考试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. 钱厚亮，田会峰.《电气控制与PLC原理、应用实践》．北京: 机械工业出版社, 2017.

2. 刘建春等.《PLC原理及应用-三菱FX5U》．北京: 电子工业出版社, 2021.

3. 徐荣华, 吕桃．《可编程控制器PLC应用技术》．背景：电子工业出版社，2012.

**附件：评分标准**

1. **过程性考核评分标准**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 考核环节 | **优（90～100）** | **良（80～89）** | **中等（70～79）** | **及格（60**  **～69）** | **不及格（<60）** |
| **平时作业** | 作业完整规范，无缺漏，无错误；独立完成，无抄袭；字迹清晰，书写认真 | 作业完整规范，无缺漏，错误较少；独立完成，无抄袭；字迹清晰，书写认真 | 作业完整规范，无缺漏，错误少；独立完成，无抄袭 | 作业完整规范，错误率较低；独立完成，无抄袭 | 作业抄袭或不交 |
| **实验** | 实验报告书写规范，结构严谨，条理清楚；实验结果分析透彻、全面；自己独立完成，无抄袭。 | 实验报告书写规范，结构较严谨，条理清楚；实验结果分析全面；自己独立完成，无抄袭。 | 实验报告书写较规范，结构较严谨，条理清楚；实验结果分析较全面；自己独立完成，无抄袭。 | 实验报告书写欠规范，结构较严谨；有实验结果分析；自己独立完成，无抄袭。 | 实验报告抄袭或不交 |
| **课堂考核** | 完成课堂考核内容，答题无错误；字迹清楚认真；无抄袭 | 完成课堂考核内容，答题错误较少；字迹清楚认真 | 完成课堂考核内容，答题错误较少 | 基本完成课堂考核内容，答题错误少 | 抄袭或没有参加课堂考核 |
| **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、分析计算题等题型，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。 | | | | |