

《电力电子技术》教学大纲

一、课程基本信息

| | |
|--------|--|
| 课程编号 | 1070002002 |
| 课程中文名称 | 电力电子技术 |
| 课程英文名称 | Power Electronic Technology |
| 课程类别 | 大类学科基础与专业基础课 |
| 适用专业 | 自动化 |
| 开课学期 | 第五学期 |
| 总学时 | 48学时，其中课内讲授40学时、实验8学时 |
| 总学分 | 3 |
| 开课模式 | 必修 |
| 先修课程 | 高等数学、大学物理、电路原理、模拟电子技术 |
| 课程简介 | 本课程是自动化专业的专业必修课，主要研究电力电子器件及利用电力电子器件而进行的电能转换电路，即 AC（交流）与 DC（直流）之间的转换、交流电频率及幅值的变换、直流电幅值的变换等内容。因此，本课程将重点介绍典型的电力电子器件性能与工作原理，重点讲解由电力电子器件组成的四种基本形式的电能变换电路及其在应用中涉及到的 PWM 调制、软开关等相关技术。 |
| 建议教材 | 王兆安，刘进军 《电力电子技术》(第五版) 机械工业出版社 2009.5 |
| 参考资料 | [1] 王兆安，黄俊等 《电力电子技术》(第四版) 机械工业出版社 2000.1 [2]. 张立 《现代电力电子技术基础》 高等教育出版社 2001.2 [3] 裴云庆，卓放 等《电力电子技术学习指导习题集及仿真》 机械工业出版社 2012.10 |

二、课程教学目标

| |
|---|
| 1.能够叙述电力电子技术的概念，分类和发展概况。 |
| 2.能够叙述电力电子器件的定义和特点，并且能够根据不同的方式对常见的电力电子器件进行分类。 |
| 3.能够根据各种典型器件的工作原理及工作特性,综合运用电路,数学知识，根据实际的系统指标需求选择适当的器件。 |
| 4.能够根据各种变流电路的工作原理，负载和控制情况，对电路输出电压电流波形进行分析解释，并能够对电路的输出进行定量计算。知道电路中关键器件的作用。 |
| 5.能够根据负载性质和电路输出要求，选择电路类型，设计电路结构和器件控制规律。 |
| 6.能够说出软开关的概念及电力电子技术的典型应用。 |
| 7.能够描述可控器件的触发原理，通过实验验证电能变换电路的工作原理，可以解释实验过程中出现的各种波形，对实验得到数据进行计算验证。 |

三、课程教学目标与毕业要求的对应关系

| 毕业要求 | 指标点 | | 课程教学目标 |
|--|---|-----|-------------------|
| | 内容 | H/L | |
| 1. 工程知识 : 能够将数学、自然科学、工程基础和专业知识用于解决自动控制领域复杂工程问题。 | 1.3 掌握自动化专业知识, 能够将其应用于解决自动控制领域的复杂工程问题。 | H | 教学目标 1,2,3,4,6 |
| 2. 问题分析 : 能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理, 识别、表达并通过文献研究分析自动控制领域的复杂工程问题并获得有效结论。 | 2.2 能够根据自动化专业所学基本原理分析自动控制领域的复杂工程问题, 研究求解过程。 | H | 教学目标 3,4,5,7 |
| 4. 研究 : 能够基于专业理论知识, 采用科学方法对自动控制领域的复杂工程问题进行研究, 能够根据问题设计实验, 并对实验结果进行综合分析, 通过信息综合得到有效结论。 | 4.1 能够运用自动化专业理论, 采用科学方法对自动控制领域复杂工程问题进行实验方案设计。 | L | 教学目标 3,5 |
| | 4.2 能够运用自动化专业理论, 对实验过程和实验数据进行分析和解释。 | H | 教学目标 4,7 |

四、理论教学内容与要求

| 知识模块 | 知识点 | 教学要求 | 计划学时 | 支撑教学目标 |
|-------------------|--------------|---|------|-----------------|
| 1 电力电子器件 (6学时) | (1) 电力电子技术概述 | 叙述 电力电子技术的基本概念和分类方式; 能够说出 电力电子技术的发展与应用。 | 1 | 教学目标 1, 2, 3 |
| | (2) 电力电子器件概述 | 理解 电力电子器件的概念与特征; 描述 应用电力电子器件的系统组成; 能够分析 电力电子器件的分类方式。 | 0.5 | |
| | (3) 不可控器件 | 理解 不可控器件电力二极管的工作原理与基本特性 | 0.5 | |
| | (4) 半控型器件 | 理解 以晶闸管为代表的半控型器件的工作原理与基本特性; 能根据晶闸管的工作特性 分析解释 在电路中的工作状态; 记住 晶闸管的各参数, 能够实际应用计算所需晶闸管的参数。 | 2 | |
| | (5) 全控型器件及其他 | 理解 四种典型全控型器件的工作原理与基本特性; | 2 | |
| | (1) 单相整流电路 | 理解 触发角的概念, 对变流电路的分段线性的特征有所 认知 ; 分析 电阻负载与阻感负载的特点及其对电路输出的影响; 理解 单相半波可控整流电路, 单相全波可控整 | 3 | |

| | | | | |
|-------------------|------------------|---|---|-----------|
| 2 整流电路 (10学时) | | 流电路的工作原理; 理解 单相桥式全控整流电路的组成和工作原理,能够利用控制信息和负载特性对输出波形进行分析; 能对相关变量进行计算,并根据计算结果进行器件 选择 ; 理解 单相不可控整流电路的工作原理和输出波形。 | | 教学目标3,4,5 |
| | (2)三相可控整流电路 | 理解 三相半波可控整流电路的组成、工作原理,能够根据负载特性和可控器件的控制信息对输出波形进行分析; 能对相关变量进行计算,并根据计算结果进行器件选择; 理解 三相桥式全控整流电路的电路组成;能够 分析解释 其在自然换向时的输出波形,正常工作时的晶闸管的触发规律。 | 3 | |
| | (3)变压器漏感对整流电路的影响 | 知道 变压器漏感对整流电路造成影响的原因;能够对考虑变压器漏感对整流电路的波形带来变化进行 分析 和 定量计算 | 1 | |
| | (4)整流电路的逆变 | 理解 整流电路的有源逆变工作状态, 知道 整流电路发生逆变的条件。 指明 逆变角的概念,能够进行相关 计算 。 对逆变失败原因有所 辨别 。 | 2 | |
| | (5)整流电路的相位控制 | 理解 相控电路的驱动控制 | 1 | |
| 3 逆变电路 (4学时) | (1)换流方式 | 理解 四种换流方式的形式,区别和应用场合;能够对典型电路的换流方式进行 分析 。 | 1 | 教学目标4,5 |
| | (2)电源型逆变电路 | 理解 电压型逆变电路的特点、组成、工作原理与输出波形; 能够根据器件的控制规律 分析 推断输出电压的波形; 能够根据输出波形 分析 全控器件的控制规律。 | 2 | |
| | (3)电流型逆变电路 | 理解 电流型逆变电路的特点、组成; 分析 工作原理与输出波形 | 1 | |
| 4 直流斩波电路 (2学时) | 基本斩波电路 | 理解 降压斩波电路和升压斩波电路的组成、工作原理与输出特性; 能够利用升降压斩波电路的工作原理对输出波形进行 分析计算 ; 理解 常见复合斩波电路工作原理。 | 2 | 教学目标4,5 |
| 5 交流-交流变流电路 (6学时) | (1) 交流调压电路 | 理解 交流调压电路的组成、工作原理与输出波形; 能够对单相交流调压电路在不同负载,不同控制情况下的输出波形进行 分析 ,对输出功率等进行 定量计算 。 | 2 | 教学目标4,5 |
| | (2) 交流调功电路 | 描述 对交流调功电路和交流电力电子开关的概念和工作原理。 | 1 | |
| | (3) 交交变频电路 | 理解 交交变频电路的工作原理; 能够根据电流电压的输出 分析 判断晶闸管组的工作状态。 | 2 | |

| | | | | |
|-----------------------|----------------|--|---|---------|
| | (4) 矩阵式变频电路 | 描述 矩阵式变频电路的组成、工作原理和工作特点。 | 1 | |
| 6 PWM 控制技术 (8 学时) | (1) PWM 控制 | 理解 PWM 控制的概念和基本原理； 能够利用 PWM 调制的基本原理进行脉冲宽度的计算。 | 1 | 教学目标4,5 |
| | (2) PWM 逆变电路 | 理解 PWM 在单相桥式逆变电路及控制方法； 能够区别单极型调制和双极性调制, 理解 不同调制方式下载波与调制信号的比较与输出波形的关系； 能够在给出调制方式的情况下 分析 绘制输出波形并 判断 电路中全控器件的控制信号。 理解 特定谐波消去法，同步调制，异步调制及规则采样法的概念，能够利用规则采样法进行计算。 | 4 | |
| | (3) PWM 跟踪技术 | 理解 PWM的跟踪控制技术概念 | 2 | |
| | (4) PWM 控制技术应用 | 知道 PWM技术在直流电机控制中的应用 | 1 | |
| 7 软开关 基本概念、 (2 学时) | 软开关技术 | 理解 软硬开关的概念，能够 区分 软硬开关的工作过程。 辨认 软开关的基本类型； 认知 典型软开关电路的工作原理； | 2 | 教学目标6 |
| 8 电力 电子技术应用 (2 学时) | 电力电子技术应用实例 | 认知 电力电子技术在电动机拖动中的应用； 理解 不间断电源的概念和工作原理。 | 2 | 教学目标6 |
| 9 实验 (8 学时) | 必选实验 | 三相半波可控整流电路 | 4 | 教学目标7 |
| | 选修实验 | 选做实验：锯齿波同步移相触发电路、单相桥式全控整流电路、三相桥式半控整流电路、直流斩波电路、单相交流调压电路实验 任选4学时的实验 | 4 | |

五、实验教学内容与要求

| 实验项目 | 实验原理 | 教学要求 | 实验设备及材料 | 实验类型 | 计划学时 | 支撑教学目标 | 必做/选做 |
|---------------|---|--|--------------------------------|------|------|---------|-------|
| 1. 三相半波可控整流电路 | 三相半波可控整流电路中包括三只晶闸管，通过对晶闸管触发角的控制，改变电路的输出。同时电路的输出在不同的负载下也会发生变化。 | 理解三相半波可控整流电路的工作原理，研究可控整流电路在电阻负载和电阻-感性负载时的工作。 | MCL系列教学实验台主控制屏，MCL组件，双踪示波器，万用表 | 验证型 | 4 | 教学目标4,7 | 必做 |
| 2. 锯齿波同步触发电路 | 电路由脉冲形成和放大，锯齿波形成，同步移相等环节组成。通过对控制电压的调整，可以改变触发角的角度。 | 理解锯齿波同步移相触发电路的工作原理及各个元件的作用。能够对锯齿波同步触发电路进行调试，得到不同的触发角。 | MCL系列教学实验台主控制屏，MCL组件，双踪示波器，万用表 | 验证型 | 2 | 教学目标4,7 | 选做 |
| 3. 单相桥式全控整流电路 | 由四个晶闸管分成两组，组成桥式电路。改变晶闸管的触发角与电路的负载可以改变电路的输出 | 理解单相桥式全控整流电路的工作原理。研究单相桥式全控整流电路在电阻负载，电阻-电感性负载及反电动势负载时的工作。熟悉锯齿波触发电路。 | MCL系列教学实验台主控制屏，MCL组件，双踪示波器，万用表 | 验证型 | 2 | 教学目标4,7 | 选做 |
| 4. 直流斩波电路 | 由全控器件，二极管等器件组成的升降压电路，改变对IGBT控制的占空比可以改变输出电压的赋值。 | 理解斩波电路的控制方式，知道输出电压与PWM波形占空比的关系，认知电感负载对电路的影响。 | MCL系列教学实验台主控制屏，MCL组件，双踪示波器，万用表 | 综合型 | 2 | 教学目标4,7 | 选做 |
| 5. 单相交流调压电路实验 | 电路包括两只反并联的晶闸管和负载组成，调节晶闸管的触发角度或改变负载都会引起输出的变化，晶闸管采用锯齿波移相触发。 | 理解单相交流调压电路的工作原理，理解交流调压感性负载对移相范围要求。 | MCL系列教学实验台主控制屏，MCL组件，双踪示波器，万用表 | 验证型 | 2 | 教学目标4,7 | 选做 |

六、考核要求及考核方式

1. 考核要求

- (1) 课程考核内容应能够切实考核是否达成各项课程目标；
- (2) 考核内容至少覆盖本课程知识点的60%；
- (3) 同一学期试卷中（A、B）试题重复率不超过20%，近三个学年内的试卷试题重复率不超过20%；
- (4) 考核难度：基本难度题约60%，中等难度题约30%，高等难度题约10%。

2. 考核方式

| 考核环节 | 权重 (%) | 备注 |
|------|-----------|----------------|
| 期末考试 | 80 | 闭卷考试，教考分离 |
| 平时考核 | 10 | 作业、出勤、课堂小测验 |
| 实验操作 | 10 | 实验态度、操作技能和报告成绩 |