

电气与控制工程学院

独立实践课教学大纲

课程名 (COURSE TITLE) : 现代电力电子技术综合实验

课程代码 (COURSE CODE) : 7240111

学 分 (CREDIT VALUE) : 2

开课单位 (DEPARTMENT/UNIT) : 电气工程系

版 本 (VERSION) : DG7240111-202108

课程负责人

(COURSE COORDINATOR) : 周京华

北方工业大学 电气与控制工程学院

2021 年 8 月

目 录

1 课程基本信息.....	3
2 毕业要求与课程目标.....	4
2.1 本课程支撑的毕业要求观测点.....	4
2.2 课程目标.....	4
2.3 毕业要求与课程目标的关系.....	6
3 课程实践内容及安排.....	6
3.1 课程学时总体安排.....	6
3.2 实践任务内容和学时计划.....	7
4 课程教学设计.....	8
5 课程考核方案和依据.....	9
5.1 课程考核方案.....	9
5.2 课程各考核项评价依据和标准.....	9
6 本次修订说明.....	11
7 需要说明的其它问题.....	11
8 附件列表.....	11

1 课程基本信息

课程名称（中文）	现代电力电子技术综合实验					
课程名称（英文）	Comprehensive Experiment on Modern Power Electronics Technology					
课程计划学时	64		课外学时建议		0	
学时构成	教师讲授	4	实践过程	56	结课验收	4
先修课名称	(7021241) 电路分析、(7069201) 模拟电子技术、(7087611) 数字电子技术、(7099811) 现代电力电子技术、(7320901) 嵌入式系统基础、(7120401) 自动控制原理、(7307801) 电气工程仿真技术、(7201001) CPLD 原理及应用					
适用专业年级	电气工程及其自动化、新能源科学与工程					
开课单位	电气工程系					
课程简介	<p>本课程是电气工程及其自动化专业、新能源科学与工程专业专业的专业必修独立实践课，学时数 64，开设于第 6 学期。在学习了专业基础必修课《现代电力电子技术 I》，并掌握了相关基本理论知识和基本计算方法的基础上，对一个典型电力电子变换系统进行设计与搭建，使学生进一步深刻理解电力电子技术的知识与原理，掌握电力电子电路设计方法，训练学生查找技术文献解决问题的综合能力，提高学生灵活运用所学知识并分析解决复杂电气工程问题的综合素质。考核方式为平时成绩+报告成绩。</p>					
教材和学习资源	<p>基础资料： (1) 《电力电子技术与运动控制系统综合实验教程》，周京华 张贵辰主编，中国水利水电出版社，2014 年，ISBN：978-7-517-02614-3</p> <p>参考资料： (1) 《现代电力电子技术》（第五版），王兆安 刘进军主编，机械工业出版社，2010 年，ISBN：978-7-111-26806-2 (2) 《现代电力电子技术》，周京华 李正熙主编，中国水利水电出版社，2013 年，ISBN：978-7-517-01169-9 (3) 《电力电子技术原理、控制与应用》，尤里·罗扎诺夫主编，周京华译，机械工业出版社，2021 年，ISBN：978-7-111-66063-7 (4) 各类电气设计手册和设计规范</p>					
大纲版本号	DG7240111-202108		前一版本号		DG7240101-201912	
大纲修订人	章小卫		修订时间		2021.08	

课程团队负责人	梅杨	实验教学审核人	胡长斌
专业负责人	周京华	审核时间	2021.08
学院批准人	徐继宁	批准时间	2021.09

2 毕业要求与课程目标

2.1 本课程支撑的毕业要求观测点

电气工程及其自动化专业 2019 版培养方案为本课程设置了 8 个观测点，具体如下：

(1) 毕业要求观测点 2-2: 能通过文献研究，分析复杂电气工程问题的基本原理并给出分析结论。

(2) 毕业要求观测点 3-1: 能综合专业基础课程与专业方向的课程的学习知识，针对复杂电气工程问题，制定具体的解决方案，设计系统参数。

(3) 毕业要求观测点 3-2: 能在设计/开发解决方案中体现出一定的创新意识。

(4) 毕业要求观测点 3-3: 能在社会、健康、安全、法律、文化以及环境等现实因素的约束下，对设计方案的可行性进行评价。

(5) 毕业要求观测点 4-1: 能在对复杂电气工程问题分析研究的基础上，设计具体可行的实验方案并进行实施。

(6) 毕业要求观测点 5-2: 能针对具体电气工程复杂问题，采用现代工程工具进行模拟与预测。

(7) 毕业要求观测点 9-1: 能理解多学科团队中各角色的作用及其内在联系，理解分工和协作、参与和分享、信任与尊重。

(8) 毕业要求观测点 10-1: 能就复杂电气工程问题做出口头的清晰表达，并撰写出格式规范的设计报告。

2.2 课程目标

根据电气专业毕业要求观测点，本课程设置了 8 个能力目标（简称：DLDZZHSY-X），另根据教育部和学校要求，课程设置了 1 个思政目标，不做

输出目标考核。

能力目标：

DLDZZHSY-1：仿真建模能力

能通过 MATLAB 仿真软件搭建电力电子变换电路，进行整流、逆变及滤波器等环节的设计，并进行仿真验证。

DLDZZHSY-2：参数设计能力

能对电力电子变流电路滤波器进行数学建模、参数计算，分析对逆变器的影响，并确定设计方案。

DLDZZHSY-3：谐波分析能力

能分析电力电子电路中谐波对电网带来的污染影响，并分析电路的谐波特性及抑制措施。

DLDZZHSY-4：创新能力

能根据电力电子电路的基本原理，从不同方面提出解决谐振问题的具体措施。

DLDZZHSY-5：电路分析能力

能通过阅读各种可能用到的器件以及芯片的技术文档，能够分析交直交变换电路的主电路、控制电路和驱动电路的原理图。

DLDZZHSY-6：实验设计能力

能在完成电路分析、原理仿真的基础上进行实际电路的实验方案设计，并分析和解决实验中存在的问题。

DLDZZHSY-7：团队协作能力

综合实验要求学生进行自由组队，三人一组，鼓励学生在本次设计中理解多学科团队中各角色的作用及其内在联系，理解分工和协作、参与和分享、信任与尊重。

DLDZZHSY-8：报告撰写能力

能就电力电子综合实验中的仿真、电路、实验等问题，作出清晰的文字叙述，并撰写出格式规范的设计报告。

DLDZZHSY-9：沟通表达能力

能陈述现代电力电子技术综合实验中电力电子变换系统的仿真、电路和实

验，并对质疑问题进行答辩交流。

思政目标：

DLDZZHSY -10：课程思政

综合实验中培养学生爱国热情和政治责任感、科学的方法和创新精神、崇高的职业道德和不断进取的拼搏精神，把思想政治工作贯穿综合实验教育教学全过程，激励学生热爱专业、投身国家建设。

2.3 毕业要求与课程目标的关系

毕业要求	观测点	支撑权重	课程目标	贡献度
2 问题分析	2-2	0.2	DLDZZHSY-5: 电路分析能力	100%
3 设计/开发	3-1	0.2	DLDZZHSY-2: 参数设计能力	100%
	3-2	0.2	DLDZZHSY-4: 创新能力	100%
	3-3	0.2	DLDZZHSY-3: 谐波分析能力	100%
4 研究	4-2	0.1	DLDZZHSY-6: 实验设计能力	100%
5 使用现代工具	5-2	0.2	DLDZZHSY-1: 仿真建模能力	100%
9 个人和团队	9-1	0.2	DLDZZHSY-7: 团队协作能力	100%
10 沟通	10-1	0.2	DLDZZHSY-8: 报告撰写能力	50%
			DLDZZHSY-9: 沟通表达能力	50%

3 课程实践内容及安排

3.1 课程学时总体安排

课程性质：专业教育实践课程必修课

讲授/实践过程/结课验收:4/56/4

讲授 (学时)	仿真设计 (学时)	原理图分析 (学时)	实验调试 (学时)	验收 (学时)	报告撰写 (学时)	质疑答辩 (学时)
4	20	20	6	2	10	2

3.2 实践任务内容和学时计划

设计内容为一个典型的电力电子变换系统，主要工作：

- 1) 变换系统主电路拓扑结构的选择与参数计算；
- 2) 通过仿真对所设计的电路进行分析验证以确定最终设计方案；
- 3) 变换系统主电路与控制电路原理图的分析；
- 4) 对变换系统进行实验验证并分析实验结果；
- 5) 编写设计说明书。

具体设计要求见附件 1 设计任务书。

实践学时安排建议：

具体实践内容	学时计划	课程目标
1、讲解和布置实践任务（4 学时）	4	DLDZZHSY-3
2、仿真实验（20 学时） 搭建不控整流电路并进行仿真分析（4 学时） 搭建逆变电路以及双极性 PWM 调制模块并进行仿真分析（8 学时） 不控整流和逆变仿真组合成交直交变频电路加入 LC 滤波电路并进行仿真分析（2 学时） 分析变换电路滤波器特性并设计其参数（6 学时）	20	DLDZZHSY-1、 DLDZZHSY-2、 DLDZZHSY-3、 DLDZZHSY-4
3、原理图分析（20 学时）	20	DLDZZHSY-5
MCU 主控芯片及其电路原理图分析（4 学时） SPWM 电路部分原理图分析（6 学时） 电源部分原理图分析（4 学时） 驱动电路部分原理图分析（6 学时）		
4 实验验证（6 学时） SPWM 控制模块调试及分析（2 学时） 整流滤波模块调试及分析（1 学时） 逆变器输出模块调试及分析（3 学时）	6	DLDZZHSY-6、 DLDZZHSY-7、 DLDZZHSY-9
5、报告撰写（10 学时） 仿真实验部分（4 学时） 原理图分析部分（4 学时） 实验验证部分（2 学时）	10	DLDZZHSY-7、 DLDZZHSY-8
6、成果验收及答辩质疑（4 学时）	4	DLDZZHSY-7、 DLDZZHSY-9

4 课程教学设计

现代电力电子技术综合实验是对一个典型电力电子变换系统设计与搭建、调试，具体内容为对一个“交-直-交变换系统的设计与搭建、调试”，教学训练项目分为交-直-交变换系统的设计和系统搭建、调试两部分。学生自由组成3人一组的团队，综合实验指导教师（含企业导师）布置和讲解设计任务及日程安排，确定时间节点，每个团队自行推举组长，明确各成员承担的任务。教学目标是培养学生解决复杂电气工程问题的能力，要求学生掌握交-直-交变换电路的工作原理，并综合运用所学知识（“模拟电子技术”、“数字电子技术”、“电路分析III”、“现代电力电子技术I”、“自动控制原理I”以及“电气工程仿真技术”等），进行交-直-交变换系统的设计、参数计算、仿真分析、实际系统的搭建和调试。通过对该交-直-交变换系统的综合设计过程，使学生熟悉电力电子变换系统的工程设计方法、设计资料的运用、技术文档查阅等环节，进行综合电力电子系统设计基本技能训练。在器件选型阶段，学生通过查阅各个不同芯片的技术文档，对比不同芯片的技术性能以及价格，选出符合设计要求并且性价比最优的器件，使学生建立真正工程设计的概念；在仿真调试阶段，学生通过仿真软件MATLAB进行交-直-交变换系统的仿真验证与参数调整，通过MATLAB绘制波特图以验证滤波电路设计的合理性，通过FFT分析工具观察谐波分布，并通过滤波电路参数的调整、载波频率以及调制波频率的调整改善谐波分布和电流畸变率；在实际系统搭建与调试阶段，以学生为主导，教师以及企业导师共同辅助，帮助学生通过自主选取合适的电力电子电路模块搭建完成交-直-交变换系统，并进行调试和相应的实验。教学过程中，采用启发式教学、团队合作、任务驱动式教学，突出对学生工程应用能力和创新意识的培养。

通过综合实验培养学生运用自然科学理论进行工程设计，形成建模、仿真、设计的逻辑思维；实验中引导学生发现问题、解决问题，激发科研热情，养成学生独立思考的习惯，培养学生的质疑精神和创新意识；通过电力电子变换电路的应用使学生理解电力电子技术在国家节能减排、低碳经济发展战略中的作用，激励学生热爱专业、投身国家建设。

5 课程考核方案和依据

本课程评分标准为百分制,其中平时成绩占 50%,综合实验报告成绩占 50%。

5.1 课程考核方案

课程目标	课程各类考核项											
	平时					综合实验报告						
	沟通表达	验收、质疑			团队协作	仿真分析	参数设计	约束评价	创新设计	原理图分析	实验分析	格式规范
仿真设计		原理图	实验调试									
DLDZZHSY-1		15				10						
DLDZZHSY-2							5					
DLDZZHSY-3									5			
DLDZZHSY-4								5				
DLDZZHSY-5			15							10		
DLDZZHSY-6				10							10	
DLDZZHSY-7												5
DLDZZHSY-8					5							
DLDZZHSY-9	5											
分数合计	50					50						
总评占比	50%					50%						

5.2 课程各考核项评价依据和标准

考核项目 1: 平时成绩

考核权重: 50%

预期学习结果	考核依据	优秀 >90 分	良好 80-90 分	达成 60-80 分	未达成 <60 分
达成本课程目标: DLDZZHSY-1、 DLDZZHSY-2、 DLDZZHSY-6、 DLDZZHSY-8、 DLDZZHSY-9。 能够使用现代化仿真	仿真、原理图和实验的验收及质疑	能够按照任务要求很好地完成仿真设计、原理图分析和实验内容;验收通过,熟练地、正确	能够按照任务要求较好地完成仿真设计、原理图分析和实验内容;验收通过,较好地、正确	能够按照任务要求基本完成仿真设计、原理图分析和实验内容;验收基本通过,基本正确回	不能够按照任务要求完成仿真设计、原理图分析和实验内容;验收不通

<p>工具对电力电子变换电路进行数学建模、原理验证以及波形分析；能够分析交直交变换电路的主电路、控制电路和驱动电路的原理图；能够完成实验设计，独立完成实验、记录数据，实验结果合理，各项技术指标满足要求；能够进行分工协作、组内沟通协调；能够正确地回答老师的提问，解释实验现象。</p>		<p>地回答教师质疑。</p>	<p>地回答教师质疑。</p>	<p>答教师质疑。</p>	<p>过，不能正确地回答教师质疑。</p>
---	--	-----------------	-----------------	---------------	-----------------------

考核项目 2：综合实验报告成绩

考核权重：50%

预期学习结果	考核依据	优秀 >90 分	良好 80-90 分	达成 60-80 分	未达成 <60 分
<p>达成本课程目标： DLDZZHSY-1、 DLDZZHSY-2、 DLDZZHSY-3、 DLDZZHSY-4、 DLDZZHSY-5、 DLDZZHSY-6、DLDZZHSY-7。</p> <p>能够使用现代化仿真工具对电力电子变换电路进行数学建模、原理验证以及波形分析；能够分析交直交变换电路的主电路、控制电路和驱动电路的原理图；能够完成滤波器地设计；能够提出较好的抑制谐振的措施；能够解释谐波对电网的影响及抑制谐波方法；能够完成实验设计，独立完成实验、记录数据，实验结果合理，各项技术指标满足要求；报告格式规范，对实验相关问题的讨论和反思。</p>	<p>综合实验报告</p>	<p>能够按照任务要求很好地阐述仿真设计、原理图分析和实验内容；提出一定的创新措施；报告格式规范，报告中体现对实验相关问题的讨论和反思。</p>	<p>能够按照任务要求较好地阐述仿真设计、原理图分析和实验内容；提出一定的创新措施；报告格式规范，报告有一定实验相关问题的讨论和反思。</p>	<p>能够按照任务要求基本阐述仿真设计、原理图分析和实验内容；报告格式基本规范，报告有少量实验相关问题的讨论和反思。</p>	<p>不能够按照任务要求阐述仿真设计、原理图分析和实验内容；报告格式不规范。</p>

6 本次修订说明

本大纲在原版本“DG7240101-201912”课程大纲基础上修订。对标最新的工程教育专业认证标准做了以下修改：

- (1) 对大纲条目布局做了修改，教材和学习资源部份并入基本信息；
- (2) 对课程的考核方式、成绩评定的解释方式做了修订（修改条目5）；
- (3) 增加条目6本次修订说明，记录修订改进点。

7 需要说明的其它问题

实践地点：电力电子与电气传动实验室，学生需在规定期限内完成基本实验要求并完成综合实验报告，才能质疑答辩。

8 附件列表

- 《现代电力电子技术综合实验》任务书
- eEEP2000 电力电子模块化实验装置相关资料