

研究生课程教学大纲 (Syllabus)

课程代码 Course Code	EE9011	*学时 Teaching Hours	32	*学分 Credits	2
*课程名称 Course Name	(中文) 电力传动调速控制综合实验				
	(English) Comprehensive Experiments on Speed Control of Electric Drive				
*授课语言 Instruction Language	中文/Chinese language				
*开课院系 School	电子信息与电气工程学院 电气工程系				
先修课程 Prerequisite	模拟电路与数字电路, 控制理论与应用, 电力电子技术基础, 电机学与电力传动, MATLAB/Simulink 建模与仿真				
授课教师 Instructors	姓名 Name	职称 Title	单位 Department	联系方式 E-mail	
	乔树通	讲 师	电气工程系	qiao_shu_tong@sjtu.edu.cn	
	杨喜军	副教授	电气工程系	yangxijun@sjtu.edu.cn	
*课程简介 (中文) Course Description	<p>课程定位: 面向电气工程专业的硕士研究生, 理论分析和仿真分析电力电子与电力传动领域的基本理论与基本知识, 重在掌握基本原理和熟练进行仿真分析, 进而学会自主学习, 有助于硕士研究生选题与从事科研。</p> <p>教学目标: 理论分析和仿真分析电力电子与电力传动领域技术领域的数学建模、调制算法、控制理论、调速策略、功率控制和工程应用的基本原理与应用技术。</p> <p>教学内容:</p> <p>第一模块: (1) 二极管晶闸管整流器; (2) 两电平电压源逆变器; (3) 两电平电压源逆变器; (4) 功率因数校正器; (5) 三电平电压源逆变器; (6) 矩阵变换器; (7) 电力电子变换器波形合成原理; (8) 电力电子变换器中控制理论应用。</p> <p>第二模块: (1) 异步电动机的滞环电流控制策略; (2) 异步电动机 $V/f=Const.$ 控制策略; (3) PMSM 直接转矩控制策略 (DTC); (4) PMSM 矢量控制策略 (有位置传感器, 光电编码器); (5) PMSM 矢量控制 (无位置传感器, 基波数学模型); (6) PMSM 矢量控制策略 (无位置传感器, 旋转高频电压信号注入模型); (7) PMSM 矢量控制策略 (无位置传感器, 脉振高频电压信号注入模型); (8) PMSM 矢量控制应用 (变频空调, 伺服系统动态特性)</p> <p>第三模块 (备选): (1) 电力电子化的电力系统 (电力电子变换器输出下垂特性与虚拟同步机); (2) 模块化多电平变换器 (HVDC、储能、光伏逆变、矩阵变换器、SST); (3) 汽车感应无线输电 (单相全桥谐振 LLC, 双边 LCC, 阻抗匹配); (4) GSSA 模型与频闪映射模型; (5) PMSM 矢量控制 (变频空调, 伺服系统动态特性, 自抗扰控制, 二自由度+内模控制)</p>				
*课程简介 (English) Course Description	<p>Course orientation:</p> <p>For the postgraduate majoring in electrical engineering, theoretical analysis and</p>				

simulation analysis of the basic theory and basic knowledge in the field of power electronics and power transmission focus on mastering the basic principles and skilled simulation analysis, and then learn to study independently, which is helpful for the postgraduate to select topics and engage in scientific research.

Teaching objectives:

Theoretical analysis and simulation analysis of the basic technology of mathematical modeling, modulation algorithm, control theory, speed regulation strategy, power control and engineering application in the field of power electronics and power transmission technology.

Teaching contents:

The first part:

- (1) **Diode based rectifier and thyristor based rectifier**
(power factor definition, rectifier soft power on, HVDC)
- (2) **Two level voltage source inverter**
(squarewave modulation, phase to neutral voltage modulation, SPWM algorithm)
- (3) **Two level voltage source inverter**
(line to line voltage modulation, SVPWM algorithm)
- (4) **Power factor corrector**
(pre-bridge, post-bridge, in-bridge/totem pole, OCC and follower control)
- (5) **Three level voltage source inverter (SVPWM algorithm)**
- (6) **Matrix converter**
(cycle converter, direct MC, indirect MC)
- (7) **Waveform synthesis principle of power electronic converter**
(step synthesis, high frequency synthesis, etc)
- (8) **Application of control theory in power electronic converter**
(Fractional order PID control, optimal quadratic PID control, two degree of freedom PID control, etc.)

The second part:

- (1) **Asynchronous motor hysteresis current control strategy**
(power definition, coordinate transformation)
- (2) **Asynchronous motor $V/f = \text{const.}$ control strategy**
(thyristor soft start, voltage source output thyristor rectifier)
- (2) **PMSM direct torque control strategy**
(DTC, electrical drive history)
- (4) **PMSM Vector Control strategy**
(with position sensor and photoelectric encoder)
- (5) **PMSM Vector Control strategy**
(without position sensorless, fundamental wave mathematical model, principle of two machine coupling drive)
- (6) **PMSM Vector Control strategy**
(without position sensorless, rotation high frequency signal injection model)

	<p>(7) PMSM Vector Control strategy (without position sensorless, pulsation high frequency signal injection model)</p> <p>(8) PMSM Vector Control strategy (with position sensor, servo system dynamic characteristic, variable frequency AirCON, two degrees of freedom + internal model control)</p> <p>The third part (optional):</p> <p>(1) Electricity electronic power system (Output droop characteristics and virtual synchronous machine of power electronic converter)</p> <p>(2) Modular multilevel converter (HVDC, energy storage, photovoltaic inverter, matrix converter, SST, hybrid energy storage)</p> <p>(3) Automotive inductive wireless transmission (single-phase full bridge resonant LLC, bilateral LCC, impedance matching)</p> <p>(4) GSSA model and stroboscopic mapping model in PMSM drive</p> <p>(5) Applications of DFIG, PMSG and IG in wind power generation</p>			
*教学安排 Schedules	<p>教学内容 Content</p>	<p>授课学时 Hours</p>	<p>教学方式 Format</p>	<p>授课教师 Instructor</p>
	<p>二极管晶闸管整流器 (功率因数定义, 整流器软上电, HVDC)</p>	2	讲解+仿真	杨喜军
	<p>两电平电压源逆变器 (方波调制算法, 相电压调制算法, SPWM 算法)</p>	2	讲解+仿真	杨喜军
	<p>两电平电压源逆变器 (线电压调制算法, SVPWM 算法)</p>	2	讲解+仿真	杨喜军
	<p>功率因数校正器 (桥前、桥后、无桥/图腾柱, 单周期 OCC 与跟随控制)</p>	2	讲解+仿真	杨喜军
	<p>三电平电压源逆变器 (SVPWM 算法)</p>	2	讲解+仿真	杨喜军
	<p>矩阵变换器 (周波变换器, 直接 MC, 间接 MC)</p>	2	讲解+仿真	杨喜军
	<p>电力电子变换器波形合成原理 (Step+高频合成)</p>	2	讲解+仿真	杨喜军
	<p>电力电子变换器中控制理论应用 (分数阶 PID 控制、最优二次型控制、二自由度控制等)</p>	2	讲解+仿真	杨喜军
	<p>异步电动机滞环电流控制策略 (功率定义+坐标变换)</p>	2	讲解+仿真	杨喜军
	<p>异步电动机 $V_f=Const.$ 控制策略 (晶闸管软启动, 电压源输出晶闸管整流)</p>	2	讲解+仿真	杨喜军

	器)			
	PMSM 直接转矩控制策略 (DTC, 主要调速策略历史)	2	讲解+仿真	杨喜军
	PMSM 矢量控制 (有位置传感器, 光电编码器)	2	讲解+仿真	杨喜军
	PMSM 矢量控制策略 (无位置传感器, 基波数学模型, 双机对拖原理)	2	讲解+仿真	乔树通
	PMSM 矢量控制策略 (无位置传感器, 旋转高频电压信号注入模型)	2	讲解+仿真	乔树通
	PMSM 矢量控制策略 (无位置传感器, 脉振高频电压信号注入模型)	2	讲解+仿真	乔树通
	PMSM 矢量控制应用 (变频空调, 伺服系统动态特性, 自抗扰控制, 二自由度+内模控制)	2	讲解+仿真	乔树通
*考核方式 Grading Policy	<ol style="list-style-type: none"> 1. 16 份签到, 满分 10 分; 2. 16 份课后作业, 满分 15 分; 3. 1 篇综述或研究报告, 采用 IEEE 会刊/中国电机工程学报格式, 满分 15 分; 4. 期末闭卷考试, 60 分; 5. 根据出勤情况、作业质量以及综述或报告的创造性和新颖性或实用性, 进行评分。 			
*教材或参考资料 Textbooks & References	<p>指定教材:</p> <p>[1] Ion Boldea(罗马尼亚), A.Nasat(美)著, 尹华杰译. 现代电气传动(原书第 2 版).北京: 机械工业出版社, 2014 年 10 月第二版.</p> <p>参考书目:</p> <p>[2] Ion Boldea (罗马尼亚), Lucian Nicolae Tutelea(罗马尼亚). Electric Machines: Steady State, Transients, and Design with MATLAB– Florida, USA: CRC Press; 1(2009 年 11 月 24 日)2009 年 11 月 24 日, ISBN-10: 1420055720, ISBN-13: 978-1420055726.</p> <p>[3] Haitham Abu-Rub, Atif Iqbal, Jaroslaw Guzinski. 袁登科译. 交流传动系统高性能控制及 MATLAB/Simulink 建模 (High performance control of AC drives with MATLAB/Simulink models). 北京: 机械工业出版社, 2019 年 1 月, 第 1 版, ISBN 978-7-111-60656-7.</p> <p>[4] 袁雷, 胡冰新, 魏克银, 陈姝. 现代永磁同步电机控制原理及 MATLAB 仿真. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2016 年 4 月, 第 1 版, ISBN</p>			

	<p>978-7-5124-2057-1.</p> <p>[5] 袁登科, 徐延东, 李秀涛. 永磁同步电动机变频调速系统及其控制. 北京: 机械工业出版社, 2015 年 6 月, 第 1 版, ISBN 978-7-111-50228-9.</p> <p>[6] 王兆安, 刘进军. 电力电子技术. 北京: 机械工业出版社, 2016 年 6 月, 第 5 版, ISBN 978-7-111-26806-2.</p> <p>[7] 金如麟, 谭蒹娃. 电力电子技术基础. 上海: 上海交通大学出版社, 2001.</p> <p>[8] 黄俊. 半导体变流技术实验与习题. 北京: 机械工业出版社, 1989.</p> <p>[9] 张占松, 蔡宣三. 开关电源原理与设计. 北京: 电子工业出版社, 1998.</p> <p>[10] Erickson, Robert W. Fundamentals of Power Electronics(电力电子基础). Second Edition. Secaucus, NJ, USA. Kluwer Academic Publishers, 2001.</p> <p>[11] Ned Mohan, Tore M. Undeland, William P. Robbins. Power Electronics Converters: Applications and Design(电力电子学—变换器应用与设计). John Wiley & Sons Inc., 2002.</p>
备注 Notes	

备注说明:

1. 带*内容为必填项;
2. 课程简介字数为 300-500 字; 教学内容、进度安排等以表述清楚教学安排为宜, 字数不限。