



全国电工电子基础课程 实验教学案例设计竞赛 (鼎阳杯)

优秀项目选编 (2015—2016年)

主 编 胡仁杰

副主编 黄慧春 郑 磊



东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

全国电工电子基础课程实验教学案例设计竞赛 (鼎阳杯)

优秀项目选编(2015—2016 年)

主 编 胡仁杰
副主编 黄慧春 郑 磊

常州大学图书馆
藏书章



东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

· 南京 ·

内容提要

本书整理汇编了全国高校电工电子基础课程实验教学案例设计竞赛 2015、2016 两届优秀获奖作品,从“实验内容与任务、实验过程及要求、教学达成及目标、相关知识及背景、教学设计及引导、实验原理及方法、实验步骤及进程、实验环境及条件、实验总结与分析、考核要求与方法”等方面展示实验教学的组织设计,以期对广大高校教师实验教学的教学理念、实验载体、技术方法、教学进程、实践模式、保障条件、教学评价有所裨益。

图书在版编目(CIP)数据

全国电工电子基础课程实验教学案例设计竞赛(鼎阳杯)优秀项目选编:2015—2016年/胡仁杰主编. —南京:东南大学出版社,2018.3

ISBN 978-7-5641-7090-5

I. ①全… II. ①胡… III. ①电工技术-教案(教育)-汇编 ②电子技术-教案(教育)-汇编 IV. ①TM ②TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 061617 号

全国电工电子基础课程实验教学案例设计竞赛(鼎阳杯)优秀项目选编(2015—2016 年)

出版发行 东南大学出版社
社 址 南京市四牌楼 2 号(邮编:210096)
出版人 江建中
责任编辑 姜晓乐(joy_supe@126.com)
经 销 全国各地新华书店
印 刷 兴化印刷有限责任公司
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 22.75
字 数 576 千字
版 次 2018 年 3 月第 1 版
印 次 2018 年 3 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5641-7090-5
定 价 56.00 元

本社图书若有印装质量问题,请直接与营销部联系,电话:025-83791830。

全国电工电子基础课程实验案例设计竞赛 组织委员会

主任委员:

王志功:东南大学教授,教育部电工电子基础课程教学指导委员会主任委员。

副主任委员:

陈后金:北京交通大学教授,教育部电工电子基础课程教学指导委员会副主任委员。

王兴邦:北京大学教授,国家级实验教学示范中心联席会秘书长。

韩力:北京理工大学教授,教育部电工电子基础课程教学指导委员会委员,国家级实验教学示范中心联席会电子学科组组长。

胡仁杰:东南大学教授,国家级实验教学示范中心联席会电子组副组长。

秘书长:

侯建军:北京交通大学教授。

委员:

孟桥:东南大学教授,教育部电工电子基础课程教学指导委员会秘书长。

郭宝龙:西安电子科技大学教授,教育部电工电子基础课程教学指导委员会委员。

殷瑞祥:华南理工大学教授,教育部电工电子基础课程教学指导委员会委员。

李晨:华中科技大学教授,教育部实验教学指导委员会委员。

张峰:上海交通大学教授,教育部电工电子基础课程教学指导委员会委员。

郭庆:桂林电子科技大学教授,教育部电工电子基础课程教学指导委员会委员。

杨勇:长春理工大学教授,教育部实验教学指导委员会委员。

刘开华:天津大学教授。

王立欣:哈尔滨工业大学教授。

金明录:大连理工大学教授。

全国电工电子基础课程实验案例设计竞赛

评审专家组

陈后金
陈小桥
堵国樑
段玉生
韩 力
侯建军
侯世英
胡仁杰
黄慧春
蒋占军
金明录
刘开华
刘艳丽
刘 晔
吕念玲
孟 桥
段国华
苏寒松
汪庆年
吴亮红
习友宝
姚缨英
殷瑞祥
袁小平
赵洪亮
周佳社
庄建军

北京交通大学
武汉大学
东南大学
清华大学
北京理工大学
北京交通大学
重庆大学
东南大学
东南大学
兰州交通大学
大连理工大学
天津大学
天津大学
西安交通大学
华南理工大学
东南大学
上海交通大学
天津大学
南昌大学
湖南科技大学
电子科技大学
浙江大学
华南理工大学
中国矿业大学
山东科技大学
西安电子科技大学
南京大学

前言

《中国制造 2025》与德国“工业 4.0”的面世意味着世界范围新一轮科技和产业革命驱动新经济的形成与发展,工程教育专业认证也提出具有全球化大工程视野、社会伦理与职业道德素养、解决复杂工程问题能力、从事造福人类创新性实践的社会需求,要求现代工程教育培养学生在积累知识、发展能力、启迪思想和提高境界四维度全面发展。高校实践教学是把科学实验方法引进教学过程,必须顺应时代发展的需求,倡导源于教育目标的教学设计、基于学生主体的教学进程、反映学习成果的评价考核的教学理念,以实践为载体,通过教学设计激发学生的创新意识、培养基本创新能力。

基于此,由国家级实验教学示范中心联席会(电子组)联合教育部电工电子基础课程教学指导委员会发起组织的“全国高校电工电子基础课程实验教学案例设计竞赛”,以工程教育专业认证“社会需求成果导向、逆向设计教学组织、学生中心全体受益、成效评价持续改进”四个核心理念为指导,试图引导实验教学一线教师“转变理念、设计载体、推广技术、优化进程、创新模式、保障条件、评价质量”,从以下几个方面开展实验教学的组织设计:

1. **实验内容与任务:** 提出项目需要完成任务,如需要观察的现象,分析某种现象的成因、需要解决的问题等。实践项目应强化“应用背景工程性、知识应用综合性、技术方法多样性、实践过程探索性、项目实现挑战性”;并设计具有不同层次的工作任务,以便不同能力层次学生都能够有所建树。

2. **实验过程及要求:** 教学设计注重实践进程中学生的主体地位与作用,设计“研究探索(资料查询综述、知识方法探索、技术方案论证、实践资源挖掘)、设计规划(项目需求分析、性能成本分析、进程阶段规划、团队合作分工)、工程实现(软件仿真优化、硬件软件设计、系统实现调试、测试分析完善)、成果总结(测试验收质疑、演讲答辩点评、系统分析总结、项目成果展示)”的自主实践进程,展现发现与解决复杂工程问题中的不同侧面,让学生亲身体验,研究探索、自我发挥、创新实践。

3. **教学达成及目标:** 通过项目的实践,应该达成如学习及运用知识、技术、方法,培养及提升能力、素质等教学目标。实现或部分实现“发现与探索问题、发展与构建知识、应用及迁移技术、工程分析与设计、团队合作与交流、工程领导与管理、社会伦理与道德、绿色及持续发展、全球视野与价值、创新思想与践行、终身学习与发展”的人才培养目标。

4. **相关知识及背景:** 考虑项目所涉及的知识方法、实践技能、应用背景、借鉴案例等,应该在实践群体力所能及的范围之内。

5. **教学设计及引导:** 通过提出预习要求、理论背景、知识方法、实验重点、考查节点、验收重点、问题思考等教学环节,进行教学设计的引导。

6. **实验原理及方法:** 明确项目涉及的原理知识,完成任务的思路方法,可能采用的技术、电路、器件。

7. **实验步骤及进程:** 构思设计并真实记录实验实施进程中的各个环节,如任务分析、资料查询、实验方法、理论依据、方案论证、设计仿真、实验实现、测试方案、数据表格、数据测

量、数据处理、结果分析、问题思考、实验总结。

8. 实验环境及条件:提出实验所需时间、空间、设备、器件等各方面条件及资源,如软件设计仿真工具、仪器设备规格性能、实验装置平台对象、相关元器件及模块配件等。

9. 实验总结与分析:提出需要学生在实验报告中反映的各方面工作,如实验需求分析、实现方案论证、理论推导计算、设计仿真分析、电路参数选择、实验过程设计、数据测量记录、数据处理分析、实验结果总结等。

10. 考核要求与方法:提出在自学预习(任务要求分析、理论知识准备、实验方案设计、实验步骤设计、电路设计仿真、实验电路搭试、数据表格设计)、**现场考查**(问题讨论参与程度、思维方式创新意识、问题发现分析研究能力、故障发现分析排查能力、实验技能掌握程度、工作专注投入程度、相互交流合作精神)、**项目验收**(实现方法自主程度、电路布局测量方法、实验质量完成速度、科学合理实现效率、实验记录完整准确、回答质疑合理正确)、**总结报告**(问题发现研究分析、数据处理误差分析、实验成效总结分析,以及思路方法科学合理性、内容步骤完整正确性、版面布局美观度、图文格式规范化)等实践进程中不同阶段、节点的考核标准及方法,实时反馈学生学习成效,及时发现教与学中存在的问题。

现代工程教育赋予高校教育培养学生**品行养成、知识传授、能力培养、思维创新的使命**,实践中引导学生探究式、互动式、实践式和合作式学习。培养学生理性思考、独立判断的批判性思维及践行能力;教育学生如何对待自己、对待他人、对待社会及世界,培养价值观导向;向学生提供个性化全面发展的机会,实现以学生为中心的多样化培养。让学生在项目研究、策划、设计、实现、总结的实践过程中发挥自主性、能动性和创造性,运用**兴趣引导、目标选择、考核激励**等方法引导激发学生内在的学习愿望、正确的学习动机、持久的学习热情、认真的学习态度、严谨的学习风格。在学生自主实践进程中,教师不再是知识的拥有者、传授者和控制者,而是教学问题背景的设计者、研学过程中的引导者、师生互动的参与者和释疑者、研究结果的评价者。

为了充分发挥实验案例竞赛“教改成果展示、改革经验交流、实践能力培养、优质资源共享”的示范辐射作用,高等学校国家级实验教学示范中心联席会电子学科组从第二届、第三届竞赛获奖案例中精选了部分优秀作品编纂成书出版,将这一实验教学优质资源奉献给社会。因篇幅所限,并考虑参赛作品是否体现构思精巧、内容新颖的特点,同时也考虑推广方便及避免题材重复等因素,共遴选了 57 篇获奖作品,其中第一部分电工实验 6 篇、第二部分模拟电子电路实验 10 篇、第三部分数字逻辑电路及数字系统实验 13 篇、第四部分电子电路综合设计实验 12 篇、第五部分电子系统设计 16 篇。本着尊重作品原创的原则,编辑时除了删除部分清晰度欠佳图片之外,尽量保持了作品的原貌。

本书由东南大学电工电子实验中心胡仁杰老师负责书稿统筹安排及第五部分的编辑整理,黄慧春老师负责第一、第二部分,郑磊老师负责第三、第四部分的编辑整理工作。

2014 年以来,历届电工电子实验教学案例设计竞赛活动得到教育部电工电子基础课程教学指导委员会及国家级实验教学示范中心联席会的一贯支持,得到示范中心联席会电子组成员单位的热情响应,得到众多示范中心主任的倾力帮助,得到深圳鼎阳科技有限公司的鼎力协助,在此一并致谢。

编者

2017 年 12 月 28 日于南京

目录 CONTENTS

第一部分 电工实验

- 1-1 可调直流稳压电源的实现(2015) 中国矿业大学 陈桂真 / 1
- 1-2 RLC 串联谐振电路的研究(2016) 国防科技大学 邱晓天 / 9
- 1-3 强化自主学习的电感及相关特性实验(2015) 大连理工大学城市学院 于海霞 / 16
- 1-4 呼吸灯电路的设计与实现(2016) 天津师范大学 王海云 / 26
- 1-5 应用 PLC 编程控制运料小车两地点运行(2015) 北京理工大学 高玄怡 / 33
- 1-6 基于 PLC 的传送带自动控制实验(2016) 重庆大学 孙 韬 / 40

第二部分 模拟电子电路实验

- 2-1 音响系统设计(2015) 大连理工大学 程春雨 / 45
- 2-2 信号采集与处理(2015) 青岛大学 官 鹏 / 50
- 2-3 高频谐振功率放大器的设计(2015) 武汉大学 金伟正 / 55
- 2-4 基于锁相环的高频信号源的设计(2015) 东南大学成贤学院 黄丽薇 / 61
- 2-5 D 类功率放大器的设计与实现(2016) 南京理工大学 薛 文 / 67
- 2-6 多功能模拟信号处理与波形发生器(2016) 空军勤务学院 卢 佳 / 71
- 2-7 简易电子琴键电路的设计(2016) 第四军医大学 张 华 / 77
- 2-8 甚高频 VHF 航空接收机的设计(2016) 武汉大学 金伟正 / 81

2-9	数字调频收音机(2016)	武汉大学	杨光义 / 86
2-10	锁相环正弦波信号发生器(2016)	东南大学成贤学院	徐玉菁 / 91

第三部分 数字逻辑电路及数字系统实验

3-1	基于FPGA的8位ALU设计(2016)	西安电子科技大学	张剑贤 / 95
3-2	基于FPGA的FIR滤波器实现(2015)	武汉大学	何 楚 / 100
3-3	移位寄存器的应用——串行通信原理实现(2015)	湖南科技大学	吴亮红 / 105
3-4	基于FPGA的简易数字频率计的设计(2015)	南京邮电大学	薛 梅 / 109
3-5	直流电机测速装置的设计(2015)	空军工程大学	马静因 / 113
3-6	组合逻辑电路——多功能数字密码锁的实现(2015)	中国矿业大学	徐书杰 / 117
3-7	基于FPGA心电信号的采集与重现综合设计实验(2015)	重庆大学	赵晓明 / 122
3-8	正弦波信号的幅值测量(2015)	中国矿业大学	张晓春 / 128
3-9	序列信号发生器自启动特性验证的软、硬件设计(2015)	重庆邮电大学	张承畅 / 132
3-10	基于FPGA的智能电子琴(2016)	兰州交通大学	喻俊洪 / 137
3-11	基于FPGA交通信号控制系统的设计与实现(2016)	南京师范大学	闵富红 / 143
3-12	智能数字循迹小车的设计(2016)	中国矿业大学徐海学院	李富强 / 154
3-13	基于FPGA的多路抢答器设计(2016)	东南大学	常 春 / 159

第四部分 电子电路综合设计实验

4-1	非接触式电感位移测量电路设计(2015)	浙江大学	傅晓程 / 163
4-2	电容数字测量仪(2015)	国防科技大学	张 亮 / 170
4-3	人体生理信号采集系统设计(2015)	河南理工大学	刘海波 / 176
4-4	实用电子称重器设计(2015)	西安建筑科技大学	徐 茵 / 181
4-5	白光LED可见光通信系统的设计与实现(2016)	海军航空工程学院	张晨亮 / 187

4-6	温度指示器的仿真、优化与实现(2015)	南京理工大学	吴少琴 / 192
4-7	无线收发机的设计与实现(2015)	北京航空航天大学	张玉玺 / 198
4-8	基于 555 的无线电能传输实验(2016)	河南理工大学	郭顺京 / 202
4-9	阶梯波产生电路(2016)	兰州交通大学	陶小苗 / 208
4-10	开关稳压电源设计(2016)	武汉大学	张望先 / 212
4-11	摩斯电码通信系统(2016)	北京交通大学	马庆龙 / 223
4-12	谐振式无线能量传输系统的设计(2016)	电子科技大学	王京梅 / 232

第五部分 电子系统设计

5-1	LED 单元屏的控制器设计(2015)	大连理工大学	孙 鹏 / 240
5-2	光立方的设计与实现(2015)	山东科技大学	孙秀娟 / 245
5-3	数字化语音存储与回放系统(2015)	大连海事大学	翟朝霞 / 253
5-4	多功能数字时钟的设计与制作(2015)	兰州交通大学	李积英 / 262
5-5	声控智能饮水系统的设计与实现(2015)	东南大学成贤学院	陆清茹 / 268
5-6	微弱信号检测系统设计(2015)	成都理工大学	余小平 / 273
5-7	公交车语音报站系统的设计(2015)	大连海事大学	金国华 / 281
5-8	面向多任务驱动的机器人小车综合设计(2016)	武汉大学	刘 刚 / 288
5-9	Arduino 智能小车超声波避障实验(2016)	空军勤务学院	王 婷 / 300
5-10	DDS 波形发生综合设计实验(2016)	西安电子科技大学	王新怀 / 310
5-11	光感智能遥控窗帘控制系统设计(2016)	兰州交通大学	程小阳 / 316
5-12	无线远程仿生机械手臂的设计与实现(2016)	兰州交通大学	姚晓通 / 324
5-13	三维电子向日葵追光系统的设计(2016)	西安交通大学	李瑞程 / 331
5-14	音乐楼梯的设计和实现(2016)	南京大学	戚海峰 / 336
5-15	数字听诊器设计(2016)	西安交通大学	王中方 / 343
5-16	炫彩脉搏测试仪设计(2016)	天津大学	李昌禄 / 348

第一部分

电工实验

1-1 可调直流稳压电源的实现(2015)

1 实验内容与任务

设计并实现 220 V 正弦交流电压激励下的可调直流稳压电源,要求电源电压可调且具有较强的带负载能力。

1) 基本要求

- (1) 设计直流可调电压源;
- (2) 设计电路,并用 Multisim 仿真实现;
- (3) 自拟实验方案,测量电压源输出范围;
- (4) 自拟实验方案,测量电压源带负载能力;
- (5) 测量电压源的输出特性。

2) 提高内容

在基础电压源实现的基础上,结合设计电路完成以下内容:

- (1) 用晶体管电路实现电压源,提高电压源带负载能力;
- (2) 用三端稳压器实现电压源,并增加可调负电压输出功能,即实现双极性可调电压源;
- (3) 用三端稳压器实现可调电流源。

2 实验过程及要求

- (1) 复习、自学与实验内容相关的理论知识;
- (2) 查阅资料,了解变压器、整流器、稳压器等器件的功能及特点;
- (3) 确定设计方案;
- (4) 根据设计方案选择变压器、稳压器、滤波器等芯片类型和器件参数;
- (5) 用 Multisim 仿真设计电路;
- (6) 进入实验室进行实物连接、调试;
- (7) 可调电压源输出范围及带负载能力的测量;
- (8) 电源性能指标的测量;

- (9) 完成提高内容中要求的电路设计、实现与测量;
- (10) 整理实验数据,总结实验现象,撰写实验报告。

3 相关知识及背景

直流可调电源是目前学生常用的一种实验设备,利用综合设计型实验使学生在已有电路理论知识的基础上,延伸学习模拟电子技术的相关理论知识,自主设计并实现可调稳压电源。

电源电路的设计,涉及降压、整流、纹波信号滤波、稳压、调压等多个部分,可设计多种方案。学生通过查阅资料,结合已有的理论知识能够进行电路的设计。

4 教学目的

- (1) 学会查阅资料、设计实验方案;
- (2) 培养学生综合运用所学的电工、电路、模拟电子技术等知识和自主查阅资料获取新知识的能力;
- (3) 训练学生独立完成设计及撰写论文的初步技能;
- (4) 使学生初步具备解决现实生活中实际问题的能力。

5 实验教学与指导

本实验是一个开放的设计性实验项目,只给出题目和基本要求,由学生自主设计电路和实验方案,学生自由组合,两人一组,教师需提前几周将题目及要求下达给学生,学生根据要求查阅资料,了解常用可调电源的基本功能、基本原理等。教师主要在以下几个方面对学生进行指导:

- (1) 对学生确定的设计方案进行论证及修改;
- (2) 对降压及整流部分提出具体要求;
- (3) 对变压器选型指导;
- (4) 对整流电路特性进行指导;
- (5) 对滤波电路指导;
- (6) 对稳压电路设计方法、稳压芯片选型指导;
- (7) 针对电压源的实现方案,给出提高内容要求。

6 实验原理及方案

直流可调电压源一般包括降压、整流、滤波、稳压、调压 5 个部分,根据可调电源的输出范围及最大输出功率的不同,选择相应的设计方案。

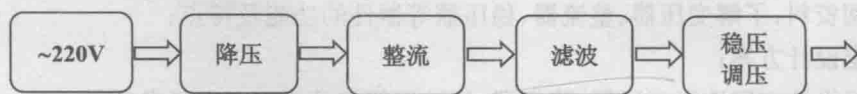


图 1-1-1 电源组成框图

1) 基本部分

(1) 降压

降压部分是将电网 220 V 正弦交流电压降低为低电压交流信号,常见的两种方式为阻容降

压和变压器。其中,变压器降压是实际中采用较多的方法,但缺点是变压器的体积较大,当受体积等因素的限制时,可采用阻容降压式。因阻容降压方式输出端未与 220 V 电压隔离,一旦器件异常会存在安全隐患,因此,要求学生必须采用变压器方式降压。

变压器的选择主要应根据稳压部分的输入电压范围来确定,电压过大易烧坏器件,过小又不能保证稳压部分正常工作。从安全及器件耐压两方面考虑,选择的变压器副边输出不应超过 36 V。

(2) 整流

利用二极管的单向导电性将前级变压器输出的交流电压变为脉动的直流电压,常用的整流分为半波整流和全波整流两种。由于半波整流只使得正半周的正弦信号通过,负半周截止,能量的使用效率远低于全波整流,因此选择全波整流方式。全波整流桥的型号应根据前级输出电压及后级电路带负载能力两个因素来选择,整流桥的反向击穿电压应大于变压器副边输出正弦信号的最大值。

(3) 滤波

整流部分输出的是脉动的直流电压,滤波部分的作用是将脉动的直流电压的交流分量变小,近似为稳定的直流电压。常用的滤波电路由储能元件 L 、 C 构成,利用 L 、 C 具有储存能量的特性实现,因此,滤波输出的脉动电压交流成分的大小取决于 L 、 C 电路充放电时间的长短。

由于电感体积较大、较笨重,因此,对于小功率电源一般采用电容进行滤波,其工作原理是整流电压高于电容电压时电容充电,当整流电压低于电容电压时电容放电,在充放电的过程中,使输出电压基本稳定。对于大功率电源,若采用电容滤波电路,当负载电阻很小时,则电容容量势必很大,而且整流二极管的冲击电流也非常大,容易击穿,因此应采用电感进行滤波。

本实验设计目标为小功率电源,宜选用电容作为滤波器件。选择的低频电解电容值应较大,为了得到近似稳定的直流,应采用 $470\ \mu\text{F}$ 以上的电容。

降压、整流及滤波部分的电路如图 1-1-2 所示,接入滤波电路后,输出电压 U_2 平均值近似取值为变压器输出交流有效值 U_1 的 1.2 倍,负载开路应取 1.414 倍。因此,在后续稳压部分设计时应将器件最大耐压值放大到 1.5 倍以上。

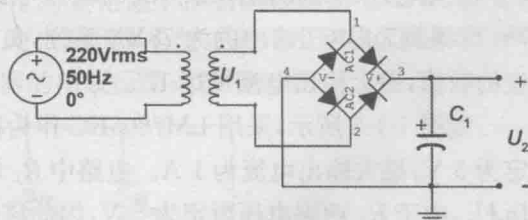


图 1-1-2 降压、整流、滤波电路

(4) 稳压、调压

稳压及调压部分是整个电路设计的核心,有多种实现方案,主要存在以下 3 种设计方案:

① 稳压二极管

最简单的稳压可以由稳压二极管实现,此类稳压管当工作在反向击穿状态时,在一定的电流范围内(或者说在一定功率损耗范围内),端电压几乎不变,这种特性即为稳压特性。但其相对稳定的电压在一定的范围内波动,导致输出电压值不稳定,因此,设计电路时应在后级电路设计中考虑隔离负载对稳压输出的影响(如由运放构成的电压跟随器)。

图 1-1-3 为由稳压管 D_2 完成稳压的电路图, R_2 和 R_3 串联实现调压,用电压跟随器来提高

电源的输出稳定性。

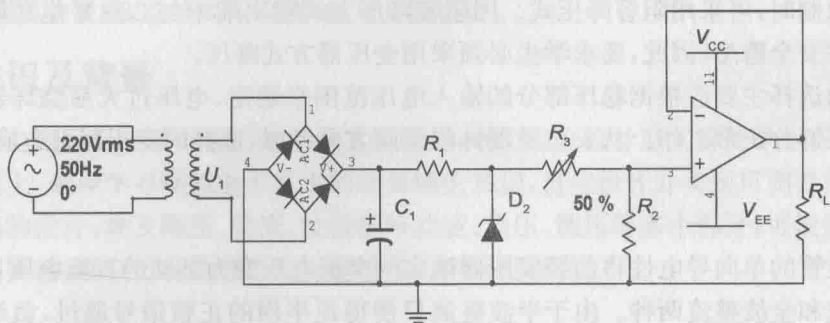


图 1-1-3 稳压二极管实现的可调电压源

② 串联反馈式稳压电路

串联反馈式稳压电路是利用晶体三极管与负载串联,将输出电压的波动经由反馈电路取样放大后来控制三极管的极间电压降,从而达到稳定输出电压的目的。

串联反馈式稳压电路可由三极管和稳压二极管、三极管和三极管、三极管和运放等组合构成。以图1-1-4为例,当输入电压 U_2 增大或负载 R_L 减小时,输出电压 U_o 会增大,这时输出电压 U_o 的变化反过来控制调整管VD的压降,使得 U_{ce} 减小,从而使输出电压 U_o 变小,进而 U_o 保持不变,达到自动稳压的作用。

调压可在输出端通过电位器调节电压值(参考图1-1-3),利用电压跟随器隔离负载对电源的影响实现可调电压的稳定输出。

③ 三端稳压器

固定输出的三端稳压器:

三端稳压器是由晶体管构成的稳压电路集成的结果。常用的固定输出的三端稳压器有78/79系列,正电压输出的为78XX系列,负电压输出的为79XX系列,输出电压值即为XX对应的数值,最大输出电流可达1.5A。

如图1-1-5所示,采用LM7805KC作为稳压芯片,VREG和COMMON端子间基准电压固定为5V,最大输出电流为1A。电路中 R_1 端电压为恒定5V,改变 R_2 的阻值即可调节输出电压 U_o ,由于 R_1 两端电压恒定为5V,因此该电路中电压源的输出电压最小值为5V。

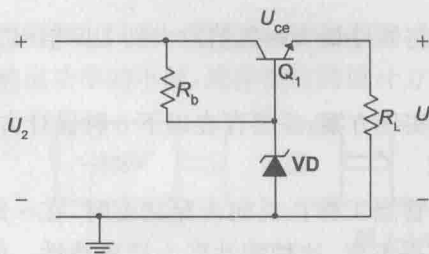


图 1-1-4 串联反馈稳压电路

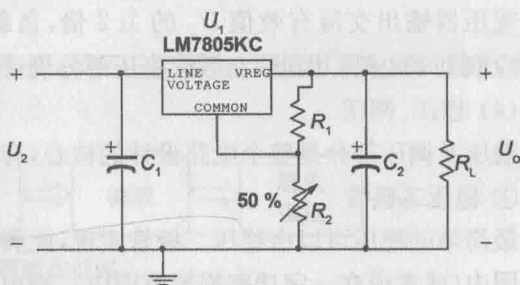


图 1-1-5 由 LM7805 构成的稳压、调压电路

输出可调的三端稳压器:

三端可调稳压器的稳定性和电压调整率均优于固定输出的稳压器。目前较普遍的有正电

压输出的 * W117、217、317 和负电压输出的 * W137、237、337, 其中 * W 317 和 * W 337 为民用级别, 市场上更普遍。

图 1-1-6 以 LM317AH 为例设计电路, 以 317AH 的输出端 V_{out} 和 A_{dj} 间基准电压固定, $U_{ref} = 1.25 \text{ V}$, A_{dj} 输出电流很小可忽略, 通过调节 R_2 电位器即可实现输出电压的变化。 D_5 、 D_6 为两个保护二极管, D_5 可防止在输入端短路时 C_2 反向放电损坏稳压器, D_6 可防止在输出端短路时 C_3 电容电压损坏稳压器。

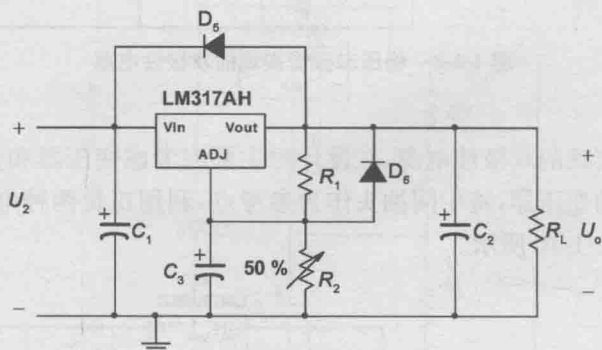


图 1-1-6 LM317AH 构成的稳压、调压电路

上述两种三端稳压器构成的可调电源电路中, R_1 电阻两端电压为基准电压, 应通过器件的性能参数来选择 R_1 值。例如, 图 1-1-6 中选择的 LM317 的 V_{out} 输出的最小负载电流为 10 mA , 此时应选择 $R_1 < \frac{V_{ref}}{10 \text{ mA}} \left(= \frac{1.25 \text{ V}}{10 \text{ mA}} = 125 \Omega \right)$, 即 R_1 可选择 120Ω 。

2) 提高部分

(1) 晶体管电路实现的电压源可提高电源的带负载能力

简单串联反馈式稳压电路, 是直接利用输出电压的变化量来控制调整管的电压 U_{ce} 的变化实现稳压, 所以灵敏度和电压稳定性都不够理想。可以利用复合管或采用带有放大器的稳压电路来提高稳定性和输出能力, 图 1-1-7 为带有放大器的串联反馈式稳压电路。

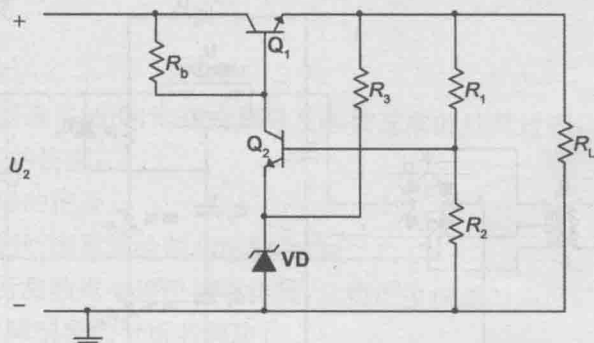


图 1-1-7 带有放大器的串联反馈式稳压电路

(2) 设计实现正负输出的双路可调电压源

在单极性电源电路基础上通过调节参考电位来实现, 如图 1-1-8 所示。

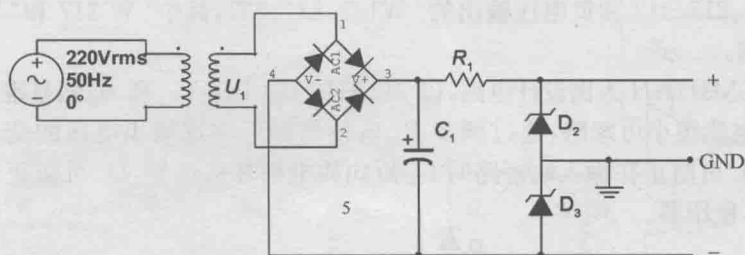


图 1-1-8 稳压二极管实现的双极性电源

① 双极性电源

利用三端稳压器实现的双极性电源,在设计时主要应考虑变压器和整流桥的连接问题,需采用副边有中间抽头的变压器,将中间抽头作为参考点,利用正负两种电压输出的稳压器对应实现,如图 1-1-9 和图 1-1-10 所示。

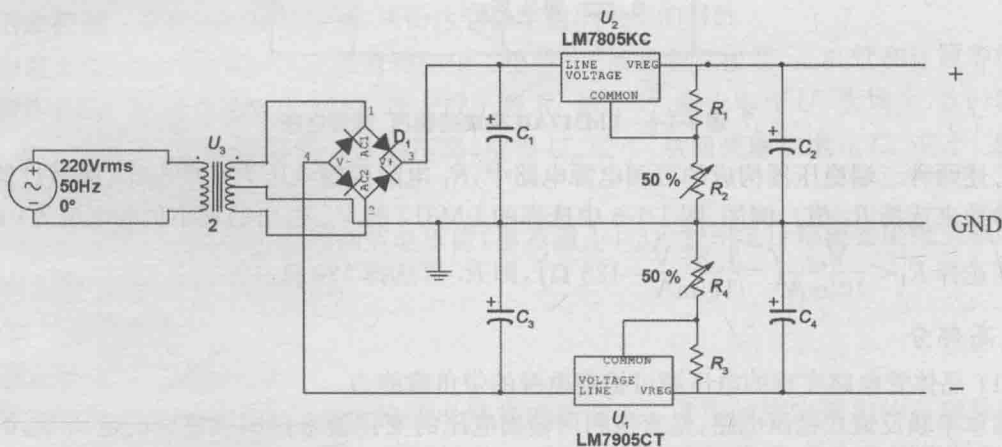


图 1-1-9 固定输出的三端稳压器构成的双极性电源

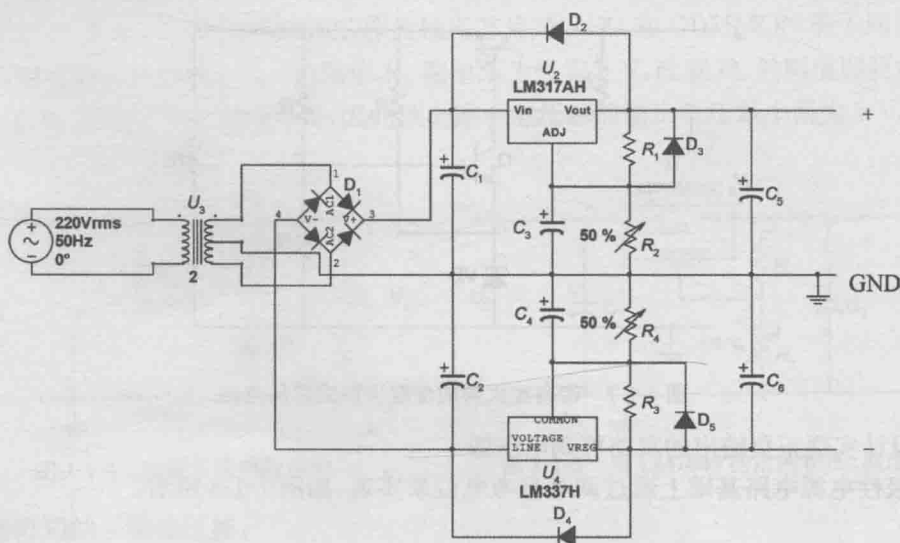


图 1-1-10 可调输出的三端稳压器构成的双极性电源

② 电流源

三端稳压器具有固定的参考电压,为设计实现电流源提供方便,以 LM317AH 为例(如图 1-1-11所示),输出端 V_{out} 和 A_{dj} 间基准电压固定 $U_{ref}=1.25\text{ V}$,此时,通过调整 R_2 的阻值即可实现负载 R_L 上电流可调的目的。

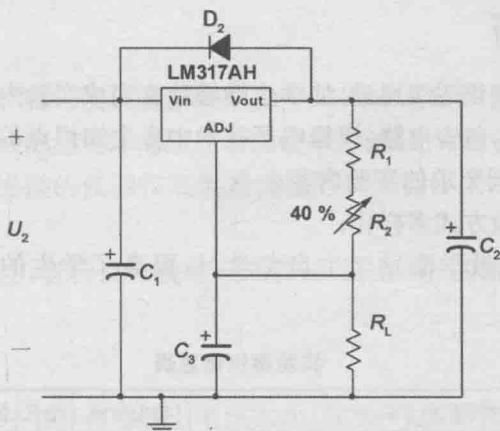


图 1-1-11 可调三端稳压器构成的可调电流源

3) 测量方案

应先将设计电路放在软件环境下进行仿真,电路仿真正确后再进行实际操作。

- (1) 调试电路时要求分步骤实现,测量每部分输出是否满足要求;
- (2) 测量可调电压源空载条件下电压输出范围;
- (3) 外接不同负载时电压范围的测量,重载(电阻很小)时最大输出电流的测量;
- (4) 电源稳压特性的测量,利用高精度电压表测量输出特性;
- (5) 测量电流源的电流输出范围及最大端口电压(提高部分,选作)。

7 实验报告要求

实验报告需要包含:

- (1) 实验电路、数据表格的设计,理论推导及参数选取的计算过程;
- (2) 选取测量方案的依据;
- (3) 测量数据、图形的记录;
- (4) 数据处理,根据所测数据绘制相应的曲线;
- (5) 误差分析,将所测数据与理论推导比较,分析产生误差的原因;
- (6) 实验过程中故障现象的分析和解决;
- (7) 结论与心得:总结本次实验过程成功与失败的地方,对实验内容、方式、要求等各方面的建议。

8 考核要求与方法

实验在大二第一学期期末前 2~4 周进行,实验包含课内 4 学时、课外 2~4 学时。实验成绩中,电路设计占 40%,实际操作占 40%,实验报告占 20%。