



《中华人民共和国职业教育法》指出,职业教育是指为了培养高素质技术技能人才,使受教育者具备从事某种职业或者实现职业发展所需要的职业道德、科学文化与专业知识、技术技能等职业综合素质和行动能力而实施的教育,包括职业学校教育和职业培训。当今社会的重大特征是学科交叉、知识融合、技术集成,这些特征要求每个人都要提高自身的综合素质。为了适应时代发展对从业者的新要求,也给接受职业教育的学生未来的职业发展奠定良好基础,中职学校应该在学生学习单门学科的知识后,以具体应用案例为载体,培养学生综合应用知识的能力,使学生初步构建相应领域的知识体系。

本教材是广西壮族自治区“十四五”职业教育规划教材。纵观中职学校电子技术应用专业相关教材,以单门学科的教材居多,关于电子产品综合设计与制作的教材较少;博览电子产品综合设计与制作的相关教材,绝大多数由高职院校教师编写,学情和培养目标的差异致使这些教材并不适合中职学生使用。基于以上实际情况,本编写团队提出了自己的教材编写方案。

首先,拓展知识见解,落实立德树人。根据每个电子产品在简易智能家居系统中的作用进行发散关联,通过列举案例的方式将思政元素融入专业知识中,引导学生树立正确的价值观,增强“四个意识”、坚定“四个自信”、做到“两个维护”,坚定“技术报国”的决心。

其次,聚焦新兴产业,注重生产全程。2020年以来,随着物联网、5G技术的逐渐成熟,智能家居行业迎来了全面爆发期,国家出台多项政策鼓励和支持智能家居行业的发展。本教材围绕简易智能家居系统设计设计了六个项目,每个项目学习制作一个独立的电子产品,六个电子产品组合起来可以实现厨卫安全和智能防盗这两个智能家居的典型应用。每个项目按照电路设计、元器件选型、仿真验证、绘图制板、安装调试的任务流程实施,实现教学过程对接生产过程。本教材涉及不同学科知识,体现不同



学科知识的交互运用。

再次,探索赛课融通,实现以赛促教。本教材以 2018 年广西职业院校技能大赛中职组“电子电路装调与应用”赛项考核内容为雏形,为了适应广大中职学生的专业基础,适当降低了难度,将技能竞赛考核的内容、使用的软件有机地融入各个项目、任务中。技能竞赛的设计以赛项对应的岗位能力需求为导向,学生完成课程学习,就能初步具备参与竞赛的能力,同时也在一定程度上增强了对职业岗位的适应性。

最后,注重逻辑梳理,培养良好习惯。本教材在每个项目总体介绍之初,设计工作计划表帮助学生明确产品生产步骤和安全操作规范;在安装调试环节,引导学生按照资讯、计划、决策、实施、检查、评估六步法执行操作。其中,要求学生独立完成安装调试环节的工作计划表,让学生充分思考,培养注重工作安全、工作质量等职业素养,养成事前思考的良好习惯,使其在后期的执行过程中获得事半功倍的效果。

本书配备丰富的教学资源,如微课、教学课件等,教学课件请登录广西师范大学出版社官网“下载中心”的“职业教育”栏目下载。微课视频二维码放置于本书相关内容处,学生可扫码观看。

本教材虽经多次修改,但由于编者能力所限,不足之处在所难免,敬请专家、读者批评指正。



电子产品综合设计与制作教学课件

(扫描后,点击“职业教育”筛选所需资源)

目 录



项目一

直流稳压电源模块设计与制作

- 任务一 直流稳压电源模块原理图的选定 / 3
- 任务二 直流稳压电源模块元器件的选型 / 14
- 任务三 直流稳压电源模块电路的功能验证 / 19
- 任务四 直流稳压电源模块 PCB 图的设计 / 32
- 任务五 直流稳压电源模块电路的装配与调试 / 52
- 项目拓展阅读 / 57



项目二

模拟排气扇模块设计与制作

- 任务一 模拟排气扇模块原理图的选定 / 61
- 任务二 模拟排气扇模块元器件的选型 / 69
- 任务三 模拟排气扇模块电路的功能验证 / 73
- 任务四 模拟排气扇模块 PCB 图的设计 / 80
- 任务五 模拟排气扇模块电路的装配与调试 / 86
- 项目拓展阅读 / 91



项目三

可燃气体检测模块设计与制作

- 任务一 可燃气体检测模块原理图的选定 / 96
- 任务二 可燃气体检测模块元器件的选型 / 102
- 任务三 可燃气体检测模块电路的功能验证 / 106
- 任务四 可燃气体检测模块 PCB 图的设计 / 113
- 任务五 可燃气体检测模块电路的装配与调试 / 118
- 项目拓展阅读 / 123



项目四

声光报警模块设计与制作

- 任务一 声光报警模块原理图的选定 / 128
- 任务二 声光报警模块元器件的选型 / 137
- 任务三 声光报警模块电路的功能验证 / 141
- 任务四 声光报警模块 PCB 图的设计 / 148
- 任务五 声光报警模块电路的装配与调试 / 154
- 项目拓展阅读 / 159



项目五

人体红外检测模块设计与制作

- 任务一 人体红外检测模块原理图的选定 / 164
- 任务二 人体红外检测模块元器件的选型 / 170
- 任务三 人体红外检测模块电路的功能验证 / 176
- 任务四 人体红外检测模块 PCB 图的设计 / 185
- 任务五 人体红外检测模块电路的装配与调试 / 192
- 项目拓展阅读 / 196



项目六

单片机主控模块设计与制作

任务一 单片机主控模块原理图的选定 / 200

任务二 单片机主控模块元器件的选型 / 213

任务三 单片机主控模块电路的功能验证 / 218

任务四 单片机主控模块 PCB 图的设计 / 225

任务五 单片机主控模块电路的装配与调试 / 233

项目拓展阅读 / 239

参考文献 / 240

项目一 直流稳压电源模块设计与制作

在简易智能家居系统中,直流稳压电源的作用是整流降压。直流稳压电源模块能否安全、持久地运行,决定了其他模块能否持续、稳定地工作。随着科技不断发展,人民生活水平显著提高。在竞争激烈的市场中,那些能够占据市场主要份额且屹立于行业龙头地位的企业,都把“安全”“品质”放在了产品设计、生产要求的第一位,它们用专业的态度为家电系统构建安全可靠的基础,获得了消费者的信任。接下来我们将学习设计、制作能够用于简易智能家居系统的直流稳压电源模块。

项目描述

智能家居系统的负载由模拟排气扇模块、可燃气体检测模块、声光报警模块、人体红外检测模块、单片机主控模块构成。为了保证这些模块能够正常工作,系统需要有稳定的电源为其供电。因此,本项目要设计并制作一个输入电压约为 12 V,输出电压为 5 V,电流约为 1 A 的直流稳压电源模块。直流稳压电源模块如图 1-0-1 所示。

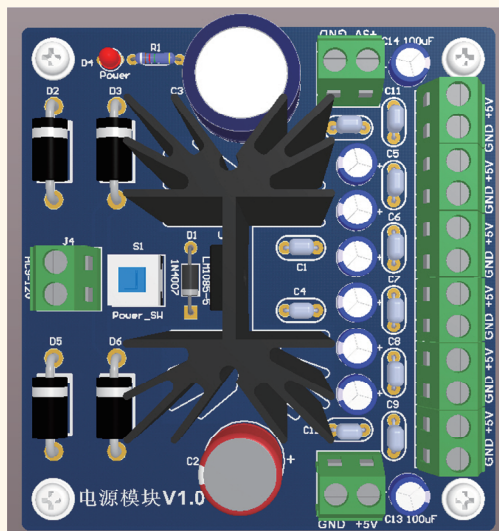


图 1-0-1 直流稳压电源模块

项目目标

设计并制作直流稳压电源模块。在完成项目的过程中,学习电子产品设计与制作中常用元器件的相关知识。完成项目后,能够初步了解电子产品设计与制作的基本过程和方法。

总体思路

为了完成直流稳压电源模块的制作,首先要根据现有电源和输出电压的要求确定直流稳压电源模块电路的基本构成,再根据电路参数的要求选择合适的元器件。完成电路设计后,必须通过仿真软件验证电路的功能,确定设计的电路能够输出5 V 直流电压后,才能绘制 PCB 图并制作 PCB 板,最后在 PCB 板上进行焊接和调试,使其实现功能要求。

在动手操作前,需要制订工作计划,明确操作步骤,预判在每个环节中用到的工具、软件,了解工作安全、工作质量等要求。本项目的工作计划如表 1-0-1 所示。

表 1-0-1 直流稳压电源模块设计与制作工作计划

任务:直流稳压电源模块设计与制作					工作时间	
序号	工作阶段/步骤	工具/软件	工作安全	工作质量	计划	实际
1	原理图的选定				1 课时	
2	元器件的选型				1 课时	
3	使用仿真软件验证电路功能	Multisim 软件	注意用电安全	元器件布局合理、线路连接正确、元器件选择正确、参数设置合理、虚拟仪表使用正确等	2 课时	
4	PCB 图的绘制	Altium Designer 16 软件	注意用电安全	按功能分模块布局、绘制线宽合理、焊盘大小合理等	2 课时	
5	电路的装配与调试	PCB 板、电烙铁、斜口钳、镊子、焊锡、松香、元器件等	注意用电安全、注意焊接距离、防止烫伤、防静电	防静电损坏元器件、注意焊接质量、正确填写电路故障分析表等	2 课时	
日期:		培训教师:		姓名:		

任务一

直流稳压电源模块原理图的选定

任务描述

整个智能家居系统要想稳定地工作,需要一个合适的电源提供保障。本项目中的简易智能家居系统需要的是直流电。直流稳压电源有线性稳压电源和开关稳压电源两大类。线性稳压电源结构简单,开关稳压电源应用广泛。

针对本项目的需求,我们采用线性稳压电源。线性稳压电源电路主要有并联型稳压电路和串联型稳压电路两种。根据实际需求选择合适的直流稳压电源电路,才能使系统稳定运行。

任务目标

(一) 总体目标

根据实际电路的需求,完成直流稳压电源模块原理图的选定。

(二) 具体目标

1. 知识目标

- (1) 掌握桥式全波整流电路的工作原理。
- (2) 掌握电容滤波电路的工作原理。
- (3) 掌握稳压电路的作用。
- (4) 基本了解电路原理图选定的思路和方法。

2. 技能目标

能正确选择合适的直流稳压电源模块原理图。

3. 素质目标

- (1) 能够通过阅读教材或资料,做好学习前的准备。
- (2) 初步形成多途径、多方式解决问题的意识。

任务导学

许多电子电路通常需要电压稳定的直流电源进行供电。直流电源可通过 220 V 交流电源转换得到,一般需要经过降压电路、整流电路、滤波电路、稳压电路四个电路才能得到稳定的直流电源,其稳压过程如图 1-1-1 所示。

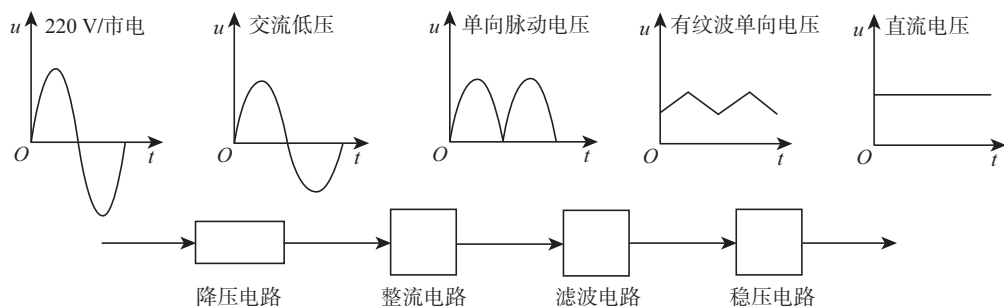


图 1-1-1 直流稳压电源模块稳压过程

一、整流电路

整流电路的作用是将交流电压转换成单向脉动直流电压。可以利用二极管的单向导电性完成这个任务,因此,整流电路的核心元件是二极管。整流电路可分为半波整流电路和全波整流电路。桥式全波整流电路是一种普遍使用的全波整流电路。

(一) 半波整流电路

半波整流电路如图 1-1-2 所示。

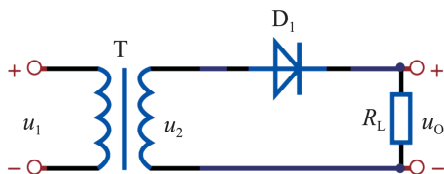


图 1-1-2 半波整流电路

因为二极管的单向导电性,当正弦交流电压处于正半周时,二极管正向偏置而导通,电流可以通过二极管;当正弦交流电压处于负半周时,二极管反向偏置而截止,电流无法通过二极管。所以,负载电阻 R_L 上的电压呈现出间断的状态,是一个单向脉动直流电压。这种利用二极管将交流电压削去半个周期的电路就是半波整流电路,其电流通路及输入、输出波形如图 1-1-3 所示。

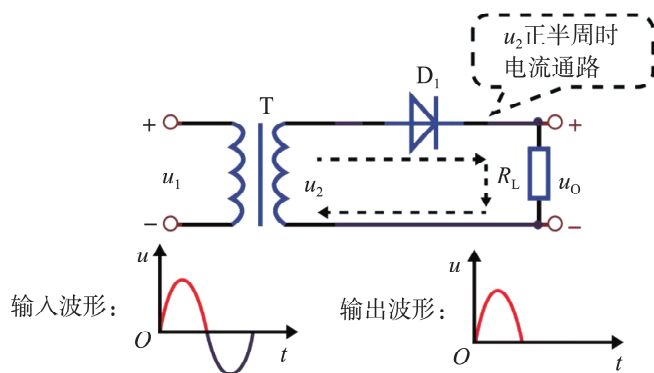


图 1-1-3 半波整流电路电流通路及输入、输出波形

(二) 桥式全波整流电路

桥式全波整流电路如图 1-1-4 所示。

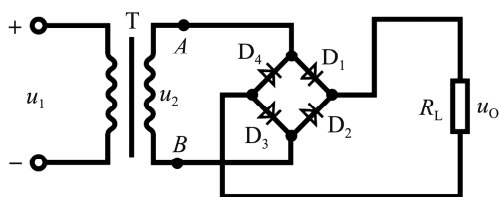
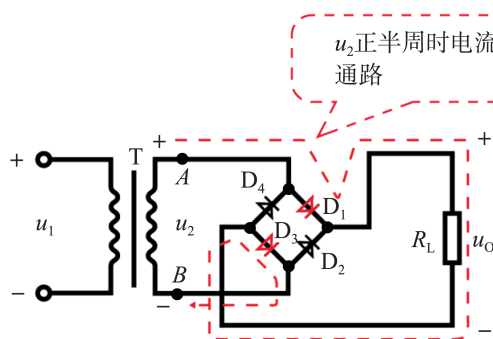
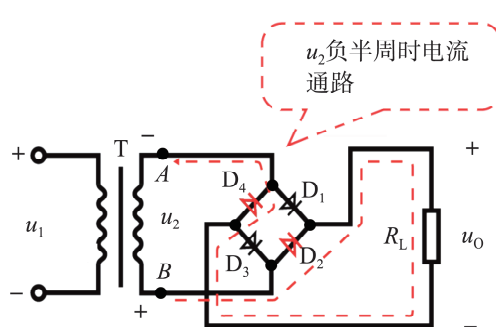


图 1-1-4 桥式全波整流电路

将四个二极管按照一定的规律进行连接,由二极管的单向导电性可知,当正弦交流电压处于正半周(A 点为正, B 点为负)时,电流从 A 点出发,流经 D_1 、 R_L 、 D_3 后到达 B 点(其中 D_2 和 D_4 因反向偏置而截止),电流通路如图 1-1-5 虚线箭头所示,负载 R_L 的电压方向为上正下负。

而当正弦交流电压处于负半周(B 点为正, A 点为负)时,电流从 B 点出发,流经 D_2 、 R_L 、 D_4 后到达 A 点(其中 D_1 和 D_3 因反向偏置而截止),电流通路如图 1-1-6 虚线箭头所示,负载 R_L 的电压方向为上正下负。

图 1-1-5 u_2 正半周电流通路图 1-1-6 u_2 负半周电路通路

从一个完整的正弦交流电压波形来看,桥式全波整流电路会将负半周波形翻转到横轴上方,与原来的正半周波形组成一个频率为原来 2 倍的单向脉动直流电压,如图 1-1-7 所示。所以,这种充分利用正弦交流电压全部周期的电路就称为桥式全波整流电路。

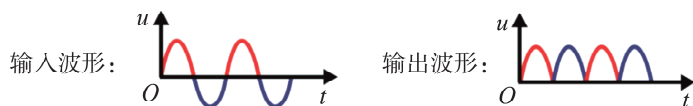


图 1-1-7 桥式全波整流电路输入、输出波形

半波整流电路结构简单,但是根据其整流原理可知,它的工作效率不高,因为它“浪费”了一半的波形。桥式全波整流电路充分利用了正弦交流电压的全部周期,比半波整流电路工作效率高。因此,本项目采用桥式全波整流电路进行整流。

二、滤波电路

滤波电路用于滤去整流输出电压中的纹波。它一般由电抗元件组成,主要是利用电抗元件在电路中的储能作用。常用的滤波电路有电容滤波电路、电感滤波电路、复式滤波电路三种。

(一) 电容滤波电路

电容滤波电路是在整流电路和负载电阻 R_L 之间并联一个电容 C_1 ,如图 1-1-8 所示。当电源电压升高时,给并联的电容 C_1 充电,把部分电能储存起来,而当电源电压降低时,则将存储在电容 C_1 中的电能释放出来供给负载电阻 R_L ,使负载电阻 R_L 电压的输出波形比较平滑,即电容 C_1 具有平波的作用。

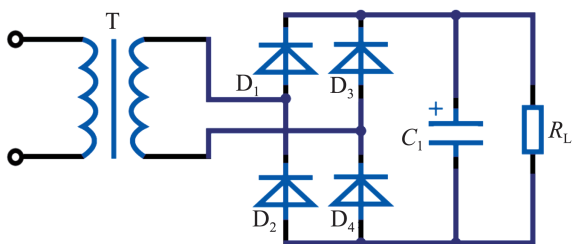


图 1-1-8 电容滤波电路

(二) 电感滤波电路

电感滤波电路是在整流电路和负载电阻 R_L 之间串联一个电感 L , 如图 1-1-9 所示。当通过电感线圈的电流增大时, 电感线圈产生的自感电动势(左“+”右“-”)阻止电流增大, 同时将一部分电能转化为磁场能量储存于电感 L 中; 当通过电感线圈的电流减小时, 电感线圈产生的自感电动势(左“-”右“+”)阻止电流减小, 同时将电感 L 中的磁场能量释放出来, 以补偿电流减小的损失, 从而得到波形比较平滑的直流电压, 即电感也有平波的作用。

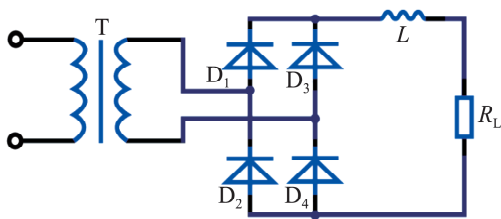


图 1-1-9 电感滤波电路

(三) 复式滤波电路

复式滤波电路是由电阻和电容、电阻和电感或电感和电容组合成的滤波电路, 图 1-1-10 为两种常见的复式滤波电路。

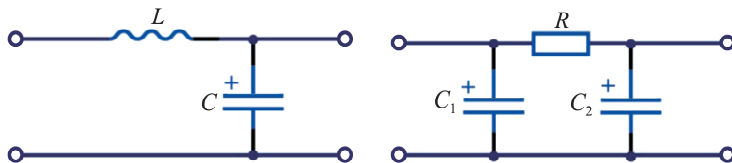


图 1-1-10 复式滤波电路

电容滤波电路的特点是电路结构较为简单, 负载直流电压较高, 纹波也较小。它的缺点是输出特性较差。电感滤波电路的特点是电路结构简单, 输出电压脉动小, 输

出特性较好。其缺点是由于电感的铁芯的存在,导致电路笨重、体积大且易引起电磁干扰。因此,本项目采用电容滤波电路进行滤波。

三、并联型稳压电路和串联型稳压电路

(一) 并联型稳压电路

调整元件与负载并联,利用电压耦合的方式达到稳压效果的电路叫作并联型稳压电路。最典型的并联型稳压电路是稳压二极管稳压电路,如图 1-1-11 所示。当稳压二极管 D_Z 正常工作在反向击穿状态下时,负载 R_L 两端的电压 U_O 将基本保持不变,从而达到稳压的目的。

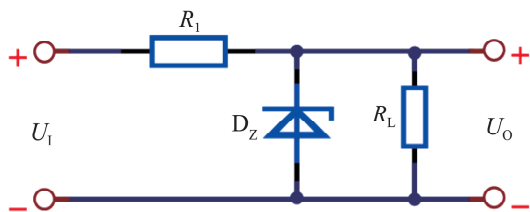


图 1-1-11 并联型稳压电路

(二) 串联型稳压电路

调整元件与负载串联的稳压电路叫作串联型稳压电路。一般有串联反馈式稳压电路和集成稳压器电路两种。

1. 串联反馈式稳压电路

简单的串联反馈式稳压电路如图 1-1-12 所示。

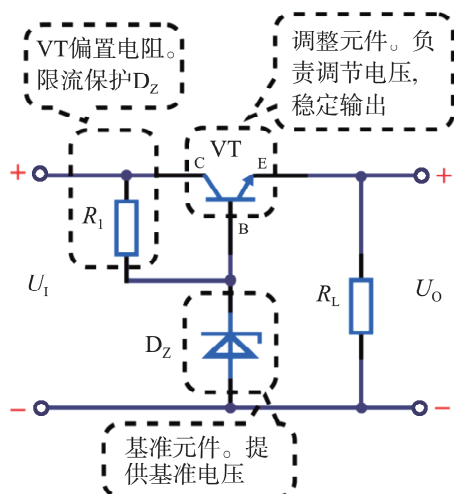


图 1-1-12 简单的串联反馈式稳压电路

假如某一原因(供电或用电变化)使 U_o 增大,稳压过程如下:

$$U_o \uparrow \xrightarrow{\text{因 } U_B = U_Z \text{ 不变}} U_{BE} \downarrow \rightarrow I_B \downarrow \xrightarrow{\text{使集电极电流减小}} U_{CE} \uparrow \xrightarrow{\text{因 } U_o = U_1 - U_{CE}} U_o \downarrow$$

该电路与并联型稳压电路相比,增加了放大电路,带负载能力增强。通过调整管 VT 进行调节,同时引入电压负反馈,稳定输出电压。但输出电压仍不可调, $U_o = U_Z - 0.7 \text{ V}$, U_Z 为基准电压(即由基准元件组成的基准电路的电压), 0.7 V 为调整管 VT 中 U_{BE} 的导通电压。上述电路由于没有比较放大环节,稳压特性不够好,因此就产生了改进型的带放大环节的串联反馈式稳压电路,如图 1-1-13 所示。

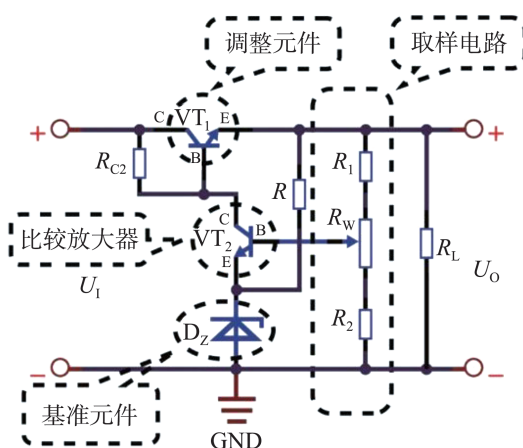


图 1-1-13 带放大环节的串联反馈式稳压电路

该电路与简单的串联反馈式稳压电路相比,增加了比较放大器,改善了稳压特性;增加了取样电路,实现输出电压在一定范围内连续可调。输出的电压范围如下:

最小输出电压为

$$U_{Omin} = \frac{R_1 + R_2 + R_W}{R_2 + R_W} (U_Z + U_{BE2})$$

最大输出电压为

$$U_{Omax} = \frac{R_1 + R_2 + R_W}{R_2} (U_Z + U_{BE2})$$

其中, U_Z 为基准电压, U_{BE2} 为比较放大器 VT₂ 基极与发射极之间的电压。

带放大环节的串联反馈式稳压电路的系统组成框图如图 1-1-14 所示。

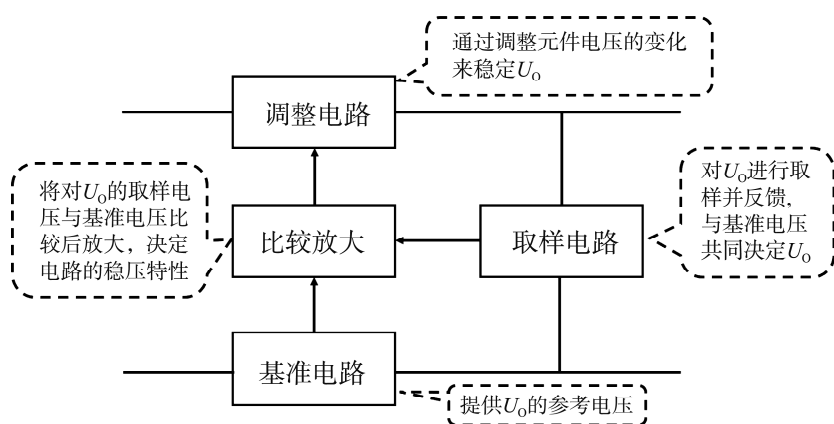


图 1-1-14 带放大环节的串联反馈式稳压电路的系统组成框图

2. 集成稳压器电路

最简单的集成稳压器只有输入端、输出端、公共端,所以称为三端集成稳压器(电路图形符号如图 1-1-15 所示)。

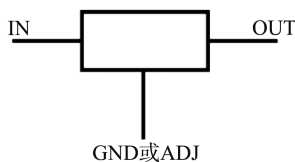


图 1-1-15 三端集成稳压器电路图形符号

三端集成稳压器主要有固定式和可调式两种。固定式三端集成稳压器通过使用不同的稳压器实现输出正负电压,其典型应用电路如图 1-1-16 所示(以输出正电压为例)。

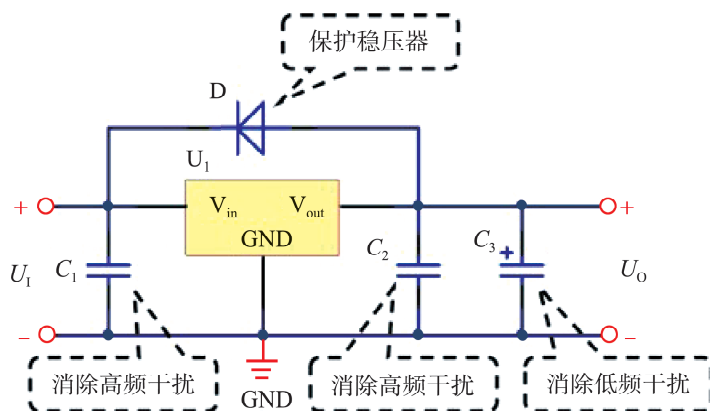


图 1-1-16 固定式三端集成稳压器典型应用电路

可调式三端集成稳压器也可输出正负电压,其典型应用电路如图 1-1-17 所示(以 LM117 输出正电压为例)。

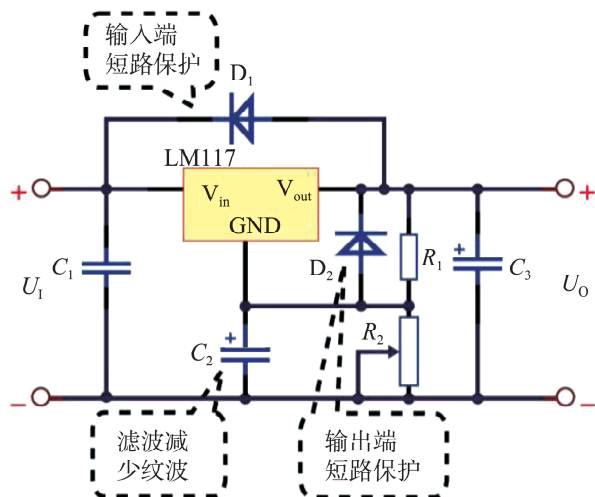


图 1-1-17 可调式三端集成稳压器典型应用电路

串联型稳压电路结构简单,输出稳定,元器件用量少,保护措施完善,成本低。稳压二极管稳压电路结构简单,搭建电路费用不高,但是缺点也很明显,该电路的电流驱动能力较弱。目前,电子设备通常使用输出电压固定的集成稳压器电路进行稳压,三端集成稳压器具有外接电路元件少、使用方便、性能稳定的优点。因此,本项目采用三端集成稳压器进行稳压。

任务实施

根据以上情况分析并结合实际需求,我们确定了本任务的原理图,如图 1-1-18 所示。

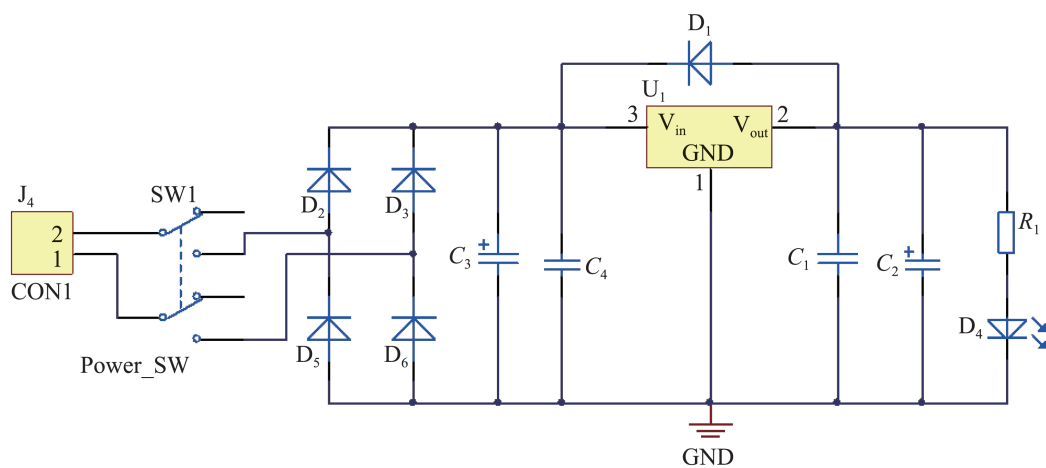


图 1-1-18 直流稳压电源模块原理图

任务评价

请根据表 1-1-1 对本任务进行评价。

表 1-1-1 “直流稳压电源模块原理图的选定”任务评价表

评价方式	学生自评	学生互评	教师评价
评价等级			
优点			
不足			
改进建议			
备注:评价等级分为 A、B、C、D 四个等级			

任务拓展

- (1) 串联反馈式稳压电路由哪几部分组成,各部分的功能是什么?
- (2) 分别列出两种固定式三端集成稳压器和可调式三端集成稳压器的应用电路,并说明电路中使用的元器件的作用。



任务五

直流稳压电源模块电路的装配与调试

任务描述

在任务四得到的直流稳压电源模块 PCB 板上进行元器件焊接安装,最后完成电路调试。

任务目标

(一) 总体目标

根据电子产品工艺要求装配出一个完整的直流稳压电源。

(二) 具体目标

1. 知识目标

- (1) 掌握电路所用元器件的作用、标识方式、识别方法和质量判断的要点。
- (2) 掌握装配工艺要求及装配注意事项。
- (3) 掌握电路调试的步骤、方法和要点。

2. 技能目标

- (1) 能正确识别、识读电路所用到的元器件,并能够进行常规检测及质量判断。
- (2) 能根据电路图独立完成电路的装配。
- (3) 能正确使用工具进行电阻、电压、电流的测量及调试,排除故障。

3. 素质目标

- (1) 能严格执行安全用电和节约用电有关规定。
- (2) 能在实训完成后整理工位。
- (3) 能够严格遵守实训室其他规定。
- (4) 养成事前思考、事后总结的习惯。
- (5) 注重操作规范,培养工匠精神。

任务导学

一、前期准备

关于直流稳压电源模块电路焊接前期准备,可通过扫描以下二维码进行学习。



直流稳压电源模块电路焊接前期准备

二、先导问题

- (1) 如何检测二极管、电容、三端集成稳压器、发光二极管质量的好坏?
- (2) 完成直流稳压电源模块电路的焊接需要用到哪些工具?
- (3) 焊接遵循的基本原则有哪些?
- (4) 焊接二极管有哪些注意事项?
- (5) 焊接电容有哪些注意事项?
- (6) 焊接三端集成稳压器 LM1085-5 有哪些注意事项?
- (7) 焊接电阻有哪些注意事项?

任务实施

在进行电路装配前,需要先根据电路图罗列元器件清单,准备工具、元器件,对元器件质量进行检测后,才能根据图纸要求装配电路,并在完成装配后,对电路进行调试。

一、工作计划

请根据先导问题收集到的信息,制订直流稳压电源模块电路焊接工作计划,填写表 1-5-1。

表 1-5-1 直流稳压电源模块电路焊接工作计划

任务：					工作时间	
序号	工作阶段/步骤	工具/元器件	工作安全	工作质量	计划	实际
日期：		培训教师：		姓名：		

二、电路焊接

关于直流稳压电源模块电路焊接步骤,可通过扫描以下二维码进行学习。



直流稳压电源模块电路焊接步骤

三、电路调试

关于直流稳压电源模块电路调试步骤,可通过扫描以下二维码进行学习,请根据表1-5-2完成电路调试。



直流稳压电源模块电路调试步骤

表 1-5-2 直流稳压电源模块电路故障分析表

序号	工作内容	测试结果	问题原因	解决办法	备注
1	观察外观				
2	检查是否短路				
3	通电测试	输入电压			
		整流后的电压			
		滤波后的电压			
		稳压后的电压			

任务评价

请根据表 1-5-3 对本任务进行评价。

表 1-5-3 “直流稳压电源模块电路的装配与调试”任务评价表

评价方式	学生自评	学生互评	教师评价
评价等级			
优点			
不足			

续表

改进建议	
备注:评价等级分为 A、B、C、D 四个等级	

任务拓展

- (1) 在电路输出 1 A 电流的情况下,用示波器检测相应的输出电压纹波。
- (2) 什么是电源电压调整率? 请你想办法测量出本任务的电路电压调整率。

项目拓展阅读



插座的安全和品质

你家里的电器都是通过什么取电的？

答案是插座。质量过硬的墙壁开关插座、排插是家电能够正常工作的保障。

1997 年,公牛领先全行业,第一个获得国家长城认证,还成为插座转换器国际标准 GB2099.3—1997 的主要起草者和制定者。公牛在插座领域开启了安全用电新时代,重塑了插座品质过关和耐用不坏的概念。2001 年,公牛在中国市场的占有率升至全国第一,稳坐行业龙头。2003 年投入 1 000 万元建设实验室,在这个实验室里公牛掌握了防雷、防磁、低阻、低热等技术。公牛的产品得到了国际上有权权威性的安全试验与鉴定机构 UL 安全试验所的认证。此后,围绕家庭安全用电,公牛还不断拓展新的应用场景,进入 LED 照明、数码配件、新能源充电桩和充电枪等领域。在产品领域扩张的同时,公牛的初心不变,仍然持续用技术提升用电安全,不断投入安全技术研发,摸索插座安全的“天花板”。

从公牛的发展史我们不难发现,安全和品质是一个企业生存和发展的重要保障。然而安全和品质的素养是需要长时间、一点一点地培养和积累的。同学们要从现在起,树立安全和品质的意识,关注操作规范,提升对自己的要求,才能像公牛一样,在未来的竞争中使自己的技能处于“成长不停歇”的状态。