

二十一世纪高职高专院校规划教材

应用电子技术

主编 蔡滨 郑春梅

江西高校出版社

二十一世纪高职高专院校规划教材

应用电子技术

主 编 蔡 滨 郑春梅

副主编 张小梅 陈 富 郭建英

江西高校出版社

图书在版编目(CIP)数据

应用电子技术/蔡滨,郑春梅主编. —南昌:江西高校出版社, 2012. 1

ISBN 978 - 7 - 5493 - 0585 - 8

I. ①应... II. ①蔡... ②郑... III. ①电子技术
IV. ①TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012) 第 013140 号

出版发行	江西高校出版社
社 址	江西省南昌市洪都北大道 96 号
邮 政 编 码	330046
总编室电话	(0791) 88504319
销 售 电 话	(0791) 88530099
网 址	www.juacp.com
印 刷	江西教育印务实业有限公司
照 排	江西太元科技有限公司照排部
经 销	各地新华书店
开 本	787mm × 1092mm 1/16
印 张	17
字 数	408 千字
版 次	2012 年 2 月第 1 版第 1 次印刷
印 数	1 ~ 2000 册
书 号	ISBN 978 - 7 - 5493 - 0585 - 8
定 价	29.80 元

前 言

本书以教育部《高职高专教育基础课程基本要求》及《教育部关于以就业为导向深化高等职业教育改革的若干意见》为指导,以培养适应生产、建设、管理、服务第一线需要的高技能人才为根本任务,以培养学生的技术应用能力为目的而编写。

本书在编写过程中遵循“以培养技术应用能力和职业技能”的原则,以应用为目的,注重理论联系实际,力求在内容、结构、理论教学与实践教学的衔接方面充分体现高职教育的特点。基础理论选择适当,以够用为度;突出实用性动手能力,针对高职高专学生所需的知识和能力的要求,注重提高学生的常用电子元器件选用能力、一般电子电路的读图能力、常用电子仪器的使用能力和电子线路的基本设计、安装和调试能力。

全书共有八个课题,内容包括直流稳压电源的制作与调试,扩音器的制作与调试,声控延时开关的安装与测试,调光台灯电路的制作与调试,“三地控制一灯”电路的设计、制作与调试,抢答器的电路的制作及调试,30 秒倒计时电路设计与制作,声音报警电路的制作八个课题。在编写过程中,着重讲清物理概念,避免繁琐的理论计算和推导,使教材在内容上做到清楚、准确、简洁、通俗易懂,可读性好。

为了适应高职教育培养应用型、工艺型人才的实际需要,面向企业,以常用电子电路的认知、安装、调试和检测为主线,每课题均有基本知识、拓展知识、课外阅读和技能训练。对原有的教学内容进行了解构和重构,书中将学习内容模块化、项目化,以课题的形式引导学生做中学,学中做,突出电子技术的应用,充分利用实际、实用的电路进行实训,强化相关技能的训练。可开展项目教学,边讲边练,既能激发学生的学习兴趣,又能加深学生对理论知识的理解,同时还能提高学生的动手能力。

本课程由于实践性很强,建议授课课时 160 学时,具体分配如下:模拟电子技术应用部分:理论教学为 40 课时,技能操作为 40 课时;数字电子技术应用部分:理论教学为 40 课时,技能操作为 40 课时。为增强学生的实践动手能力,可以组织学生在课外进行电路的设计、安装和调试,提倡并鼓励学生广开思路,开拓视野,充分发挥他们的主动性和创造性,不受教材的限制,设计出更优化的电路。考核方式建议理论和实践各占 50%,理论考核采用传统纸质考核形式,实践考核按照书中的技能训练内容,由学生抽题在实训实验室考核。

本书由江西机电职业技术学院蔡滨、山西省忻州职业技术学院的郑春梅任主编;江西机电职业技术学院的张小梅、江西应用工程职业技术学院的陈富、山西省忻州职业技术学院的郭建英任副主编;江西机电职业技术学院的揭荣金、贵州电子信息职业技术学院的杨媛媛参编。本书在编写过程中,许多同行及企业工程师提供了宝贵意见,在此表示由衷的感谢。同时参考了

大量的书刊及相关资料,并引用了其中一些资料,难以一一列举,在此谨向有关的书刊及相关资料的作者一并表示衷心感谢。由于作者水平有限,加之时间仓促,错误与不妥之处在所难免,恳请广大师生、同行和读者不吝指正。

编 者
2011.8.25

目 录

课题一 直流稳压电源的制作与调试

1.1 整流电路滤波设计制作

1.1.1 半导体二极管

1.1.2 整流电路

1.1.3 电容滤波电路

1.1.4 特种二极管

1.1.5 二极管的其他应用电路

1.2 电源变压器的选择

1.2.1 变压器输出电压的选择

1.2.2 变压器功率选择

1.2.3 变压器原副边判别

技能训练1 整流滤波电路装接及检测

1.3 稳压电路分析

1.3.1 三端集成稳压器

1.3.2 三端集成稳压的典型应用电路

1.3.3 稳压电源的主要技术指标

技能训练2 直流稳压电源的制作与检测

课题二 扩音器的制作与调试

2.1 晶体三极管及其放大作用

2.1.1 三极管的结构以及电流放大作用

2.1.2 三极管的三种组态

2.2 三极管的输入特性和输出特性曲线

2.2.1 三极管的输入特性和输出特性

2.2.2 三极管的三个工作区

2.2.3 三极管的主要参数

技能训练3 三极管输入、输出特性的测试

2.3 共射极基本放大电路

2.3.1 共发射极基本放大电路的组成

2.3.2 共发射极基本放大电路的静态分析

2.3.3 共发射极基本放大电路的动态分析

2.3.4 共射极基本放大电路静态工作点及动态性能指标的测试

2.4 分压式射极偏置放大电路

2.4.1 温度对静态工作点的影响

2.4.2 典型静态工作点稳定电路——分压式射极偏置放大电路

技能训练4 分压式射极偏置放大电路的安装与测试

2.5 共集电极放大电路

2.5.1 共集电极放大电路的组成

2.5.2 共集电极放大电路的静态分析

2.5.3 共集电极放大电路的动态分析

2.5.4 射极输出器的应用

2.5.5 共集电极电路动态性能指标的测试

2.6 多级放大电路

2.6.1 多级放大电路框图

2.6.2 阻容耦合的多级放大电路

2.6.3 直接耦合的多级放大电路

2.6.4 变压器耦合的多级放大电路

2.7 放大电路中的负反馈

2.7.1 放大电路中反馈的基本概念

2.7.2 负反馈四种基本组态及判断

2.7.3 负反馈对放大电路性能的影响

2.7.4 负反馈放大电路的测试

2.8 功率放大电路

2.8.1 功率放大电路的特点及分类

2.8.2 互补对称的功率放大器

2.8.3 甲乙类互补对称功率放大电路的测试

技能训练5 扩音器的制作与调试

课题三 声控延时开关的安装与测试

3.1 声音放大电路

3.1.1 集成运算放大器图形符号与特性

3.1.2 常用集成运放的引脚排列及主要参数表

3.1.3 比例运算电路

3.1.4 加法运算电路

3.1.5 双端输入式运算电路

3.1.6 积分和微分电路

技能训练6 集成运放应用电路的安装与测试

3.2 电压控制延时开关电路

3.2.1 单门限电压比较器与应用

3.2.2 迟滞比较器

3.2.3 矩形波形发生器

技能训练 7 集成运算放大器应用电路的安装与测试

课题四 调光台灯电路的制作与调试

4.1 开关控制电路

4.1.1 晶闸管的结构与工作原理

4.1.2 晶闸管的伏安特性

4.1.3 双向晶闸管

4.1.4 晶闸管的主要参数

4.1.5 晶闸管的选用与代用

4.1.6 光控电子开关电路

技能训练 8 晶闸管测试

4.2 晶闸管的可控整流电路

4.2.1 单结晶体管触发电路

4.2.2 单相桥式半控整流电阻性负载电路

4.2.3 单结晶体管张弛振荡器在晶闸管电路中的应用

技能训练 9 白炽灯无极调光电路制作

课题五 “三地控制一灯”电路的设计、制作及调试

5.1 绪论

5.1.1 数字信号与数字电路

5.1.2 数字电路的特点

5.1.3 关于高、低电平的概念

5.1.4 识读数字集成门电路

5.2 基本逻辑关系和基本逻辑门电路

5.2.1 与逻辑关系和与门

5.2.2 或逻辑关系和或门

5.2.3 非逻辑关系和非门

5.2.4 与、或、非门电路功能的测试

5.3 常用的复合逻辑运算和复合逻辑门电路

5.3.1 与非、或非、与或非

5.3.2 异或逻辑、同或逻辑

5.3.3 TTL 与非门逻辑功能测试

5.4 逻辑函数的表示方法及其相互转换

- 5.4.1 真值表
 - 5.4.2 逻辑函数表达式
 - 5.4.3 逻辑图
 - 5.5 逻辑代数的基本公式和逻辑函数的化简
 - 5.5.1 逻辑代数的基本公式
 - 5.5.2 逻辑函数的化简
 - 5.5.3 用门电路制作简单逻辑电路
 - 5.6 组合逻辑电路的分析和设计
 - 5.6.1 组合逻辑电路的描述
 - 5.6.2 组合逻辑电路的分析
 - 5.6.3 组合逻辑电路的设计
 - 5.6.4 三人多数表决电路的制作
 - 5.6.5 交通信号灯故障检查电路的制作与调试
- 技能训练 10 “三地控制一灯”电路的制作

课题六 抢答器电路的制作及调试

- 6.1 数制和码制
 - 6.1.1 数制
 - 6.1.2 码制
- 6.2 通用译码器
 - 6.2.1 二进制译码器
 - 6.2.2 二~十进制译码器
 - 6.2.3 了解使能端
 - 6.2.4 集成3线~8线译码器 74LS138 的电路测试
 - 6.2.5 74LS138 的功能扩展
 - 6.2.6 集成3线~8线译码器 74LS138 扩展电路功能测试
- 6.3 显示译码器
 - 6.3.1 数码显示器
 - 6.3.2 七段显示译码器
 - 6.3.3 显示译码器及 LED 数码管功能测试
- 6.4 编码器
 - 6.4.1 二进制编码器
 - 6.4.2 二~十进制编码器
 - 6.4.3 8线~3线优先编码器功能测试
 - 6.4.4 二~十进制优先编码器功能测试
- 6.5 四人抢答器的设计和制作
 - 6.5.1 抢答器的组成及工作原理

6.5.2 四路抢答器的制作与调试

技能训练 11 抢答器电路的制作与调试

课题七 30 秒倒计时电路设计与制作

7.1 消除抖动开关电路

7.1.1 基本 RS 触发器

7.1.2 消除抖动开关电路

7.1.3 钟控 RS 触发器

7.1.4 基本触发器的使用特点

7.2 七进制计数电路

7.2.1 边沿触发型触发器

7.2.2 七进制计数器电路分析

7.2.3 异步电路分析

7.2.4 时序逻辑电路的设计

技能训练 12 计数器电路分析和设计

7.3 常用集成计数器及其应用

7.3.1 集成十进制计数器 CD4518

7.3.2 十进制计数/分频器 CD4017

7.3.3 四位二进制同步计数器 CD40161/40163

7.3.4 可预置同步可逆 BCD 计数器 74LS190/191

7.3.5 计数器的进位使能与计数器的级联

技能训练 13 30 秒倒计时电路设计与调试

7.4 彩灯控制电路

7.4.1 寄存器

7.4.2 移位寄存器

7.4.3 常用集成移位寄存器 74LS194 应用举例

技能训练 14 彩灯电路制作与调试

课题八 声音报警电路的制作

8.1 触摸延时开关电路的制作

8.1.1 集成 555 定时器的内部结构和引脚功能

8.1.2 单稳态电路

8.1.3 触摸延时开关电路的设计与制作

8.2 声音报警电路的制作

8.2.1 555 定时器构成的多谐振荡器电路

8.2.2 多谐振荡器电路的应用

技能训练 15 555 定时器基本应用电路分析和设计

8.3 简易恒温控制器

8.3.1 集成 555 定时器电路构成的施密特触发电路

8.3.2 用 NE555 制作的简易恒温控制器

技能训练 16 用 555 定时器制作电热毯温控器

附录

参考文献

课题一 直流稳压电源的制作与调试

【学习要求】

理解半导体二极管基本知识,了解常用的半导体二极管。学会选择变压器、整流二极管、滤波电容及三端集成稳压器来设计制作直流稳压电源,掌握稳压电源的调试方法。

【课题分析】

在生活和生产中常需要用稳定的直流电压供电,如家用电器,电子仪器和自动控制系统中。获取稳定直流电源有多种形式,本课题要求设计一个由集成稳压器构成的 9V 直流稳压电源。

性能指标要求 输出电压 $U_o = 9V$, 输出电流 $I_o = 0.5A$, $\Delta U_{op-p} \leq 5mV$ 。

直流稳压电源一般由电源变压器、整流电路、滤波电路及稳压电路等环节组成,图 1-1 是它的原理框图。

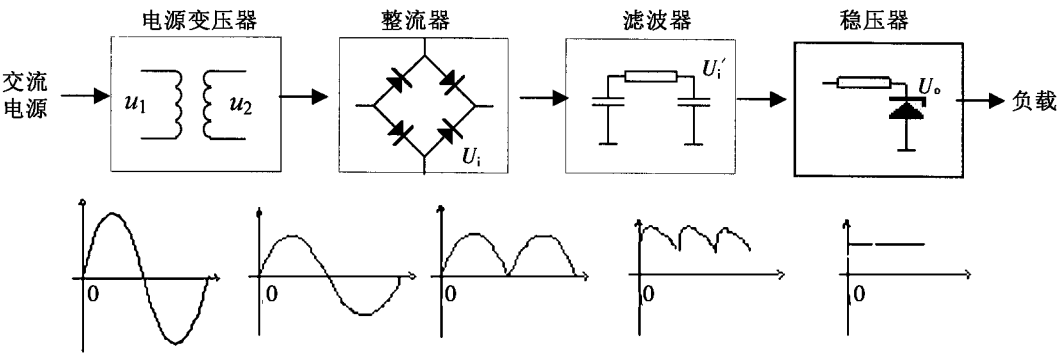


图 1-1 直流稳压电源方框图

1.1 整流电路滤波设计制作

直流稳压电源就是将交流电转换为稳定的直流电输出,所以直流稳压电源的第一步就是将交流变脉动直流,即整流,整流是利用二极管的单向导电性进行的。滤波电路的作用就是将脉动直流的脉动减小,常用的滤波电路有电容滤波、电感滤波和复式滤波等电路。

学习目标

- ★ 理解二极管的单向导电性,熟悉二极管性能的检测方法
- ★ 理解二极管整流原理,理解电容滤波原理
- ★ 运用二极管和电容组成整流滤波电路,会选择整流二极管和滤波电容
- ★ 能正确使用仪器仪表测量整流滤波电路

任务描述

整流电路的作用就是将交流变脉动直流,而要构建整流电路必须先掌握二极管的基本知识,才能运用二极管构建整流电路。整流器输出的直流电压脉动成分较大,会有较大的交流分量,这对要求较高的仪器设备会带来严重的不良影响。为此整流之后还需滤波,将脉动直流中的交流分量滤掉,使输出(波形中交流分量更少)较为平滑的直流电压。滤波电路的形式有很多,本任务是运用电容滤波。

基本知识

1.1.1 半导体二极管

1. 普通二极管的符号与类型

半导体材料的导电性能介于导体与绝缘体之间。常用的半导体材料有四价元素硅、锗等。纯净的半导体又称为本征半导体,其导电能力较差,不能直接用来制造半导体器件,但在本征半导体中掺入不同种类的微量元素后能大大提高它的导电能力。如在本征半导体(硅或锗)中掺入三价元素(硼),就形成以空穴为多数载流子的空穴型半导体,又称为 P 型半导体;若在本征半导体(硅或锗)中掺入五价元素(磷),则形成以电子为多数载流子的电子型半导体,又称为 N 型半导体。

通过一定的工艺将 P 型和 N 型半导体结合在一起,在它们的交界处形成一个具有单向导电性能的 PN 结。

将 PN 结加上相应的电极引线和管壳,就构成半导体二极管。由 P 区引出的电极成为阳极,由 N 区引出的电极为阴极,半导体二极管的图形符号如图 1-2 所示,其文字符号为 VD。

半导体二极管的类型,按结构分有点接触型、面接触型;按材料分有硅管和锗管;按用途分有检波管、整流管及特殊用途二极管等。

2. 二极管的特性

(1) 二极管的单向导电性

图 1-3(a)、(b) 为二极管单向导电性验证电路,图 1-3(a) 中二极管加正向偏置电压,即二极管的阳极电位高于阴极电位,灯泡亮;图 1-3(b) 中二极管加反向偏置电压,即二极管的阳极电位低于阴极电位,灯泡不亮。



图 1-2 二极管图形符号

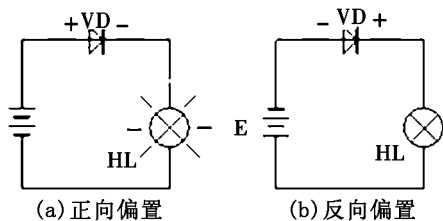


图 1-3 二极管单向导电性验证电路

(2) 二极管的伏安特性

所谓二极管的伏安特性,是讨论加在二极管两端的电压与流过二极管电流之间的关系。

如图 1-4 所示。

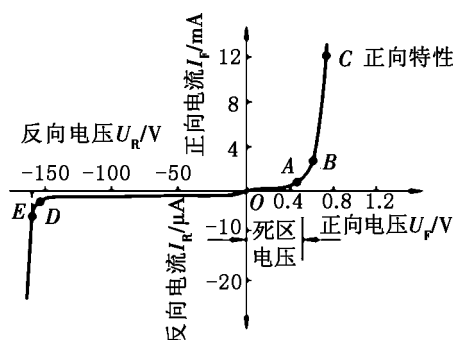


图 1-4 二极管伏安特性曲线

①正向特性。二极管加正向偏置电压,如图 1-3(a) 所示。当正向电压比较小时,二极管不导通,几乎没有电流通过二极管,呈现出高电阻状态。这一段成为死区(AO 段),此时二极管两端所加的电压为死区电压,硅管的约为 0.5V,锗管的约为 0.1V。当正向电压高于一定数值后流过二极管中的电流随正向电压的升高而明显增大,二极管导通(B 点)。导通时二极管的正向压降硅管约为 0.6~0.8V,取用 0.7V,锗管约 0.2~0.3V,取用 0.3V。

②反向特性。二极管加反向偏置电压,如图 1-3(b) 所示。当二极管反向电压不超过某一范围时,只有极小的(微安级)的反向电流通过二极管,而且硅管的反向电流比锗管的小,我们将这微小的反向电流称为反向饱和电流。此时二极管工作在反向截止状态(OD 段)。当反向电压继续增大到一定数值(D 点后, U_{BR}) 时,反向电流急剧上升,这种现象称为反向击穿。 U_{BR} 称为反向击穿电压。反向击穿后将会使普通二极管造成永久性损害。

3. 二极管的主要参数

(1) 最大正向电流 (I_F)

二极管长期工作时所允许通过的最大正向电流。电流流过二极管时二极管会发热,当电流过大就会过热而烧坏二极管,所以应用二极管时要特别注意不得超过 I_F ,大电流整流二极管使用时应加散热片。

(2) 最高反向工作电压 (U_{RM})

二极管所能承受的最高反向工作电压(峰值),一般取 U_{BR} 的二分之一。

1.1.2 整流电路

1. 单相半波整流电路

图 1-5(a) 所示电路是单相半波整流电路。电路由电源变压器(T),二极管(VD)及负载(R_L)等构成。

设 $u_2 = \sqrt{2}U_2 \sin \omega t$, u_2 的波形如图 1-5(b) 所示。当 U_2 为正半周时, A 端为正, B 端为负。二极管处于正向而导通,导电路线为 A 端→VD→ R_L →B 端,二极管和负载上有电流流过,方向如图 1-5(a) 所示,在 R_L 上得到上正下负的电压 u_o ; 当 u_2 为负半周时, A 端为负, B 端为正。二极管因处于反向而截止,负载 R_L 没有电流流过,则无电压。输出波形如图 1-5(b) 所示。

整流后,负载上得到的是半个正弦波——脉动的直流电压 u_o 和电流 i_o 。通常用一个周期

的平均值 U_o 和 I_o 表示,称为整流电压和电流的平均值,简称为整流电压 U_o 和整流电流 I_o 。

$$U_o \approx 0.45 U_2 \quad (1-1)$$

$$I_o = U_o / R_L = 0.45 U_2 / R_L \quad (1-2)$$

流经二极管的电流(I_D) 与负载电流 I_o 相等,即

$$I_D = I_o \quad (1-3)$$

二极管在截止时所承受的最高反向电压为:

$$U_{DM} = \sqrt{2} U_2 \quad (1-4)$$

2. 单相桥式整流电路

图 1-6 (a) 所示电路是单相桥式整流电路,由变压器(T)、四个二极管($VD_1 - VD_4$) 及负载 R_L 组成。

设 $u_2 = \sqrt{2} U_2 \sin \omega t$ V,波形如图 1-6 (b) 所示。

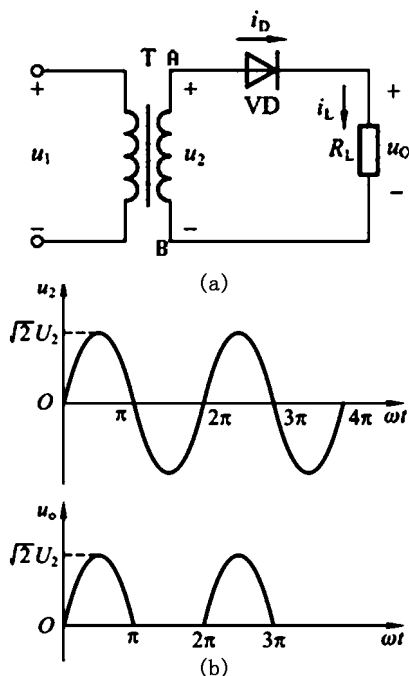


图 1-5

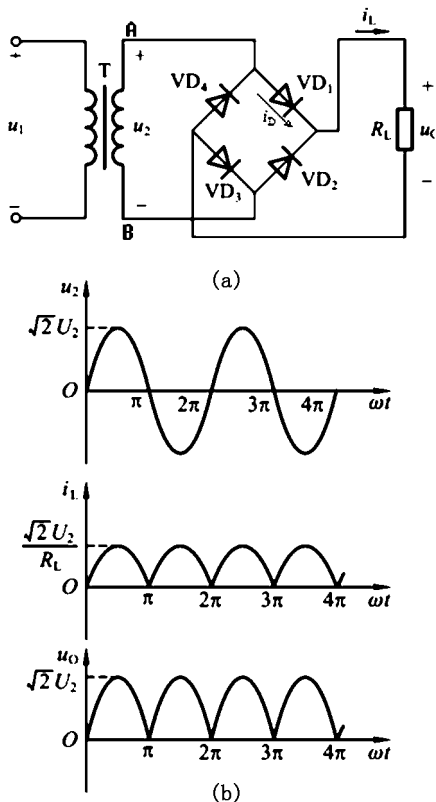


图 1-6

当 u_2 为正半周时,A 端为正,B 端为负,二极管 VD_1 、 VD_3 加正向偏置电压导通, VD_2 、 VD_4 处于反向偏置电压而截止,电流由 A 端 $\rightarrow$ VD_1 $\rightarrow R_L \rightarrow VD_3 \rightarrow$ B 端;当 u_2 为负半周时,A 端为负,B 端为正, VD_1 、 VD_3 处于反偏而截止, VD_2 、 VD_4 处于正偏导通,电流由 B 端 $\rightarrow$ $VD_2 \rightarrow R_L \rightarrow VD_4 \rightarrow$ A 端。但是,无论 u_2 在正半周或负半周时负载上通过的电流方向是一致的。输出波形如图 1-6 (b) 所示。负载上的直流电压和电流为:

$$U_o \approx 0.9 U_2 \quad (1-5)$$

$$I_o = U_o / R_L = 0.9 U_2 / R_L \quad (1-6)$$

在桥式整流电路中,四个二极管在电源变化的一个周期内轮流导通(VD_1 、 VD_3 或 VD_2 、 VD_4 分别导通),流经每只二极管的电流为负载电流的一半。

$$I_D = 0.5 I_o = 0.45 U_2 / R_L \quad (1-7)$$

二极管截止时承受的反向峰值电压为:

$$U_{DM} = \sqrt{2} U_2 \quad (1-8)$$

1.1.3 电容滤波电路

1. 电路及工作原理

图 1-7 为桥式整流电容滤波电路,滤波电路由电容 C 和负载并联构成。

假设在 $\omega t = 0$ 时接通电源,则 u_2 由零逐渐增大($u_2 > u_c$) 整流二极管 VD_1 、 VD_3 导通,除有一个流向负载的 i_o 外,还有一个流向电容的电流 i_c 向电容 C 充电,由于充电回路的电阻很小, u_c 和 u_2 变化同步,当 $\omega t = \pi/2$ 时, u_2 达到峰值,电容 C 两端的电压 u_c 也达到峰值。 u_2 达到峰值后逐渐下降,使 $u_2 < u_c$,四个二极管全部处于反偏,此时电容 C 向负载 R_L 放电,放电时间的快慢由放电时间常数 $R_L C$ 决定,一般大于电源电压周期的两倍,因此放电很慢。一直到下正半周到来并出现 $u_2 > u_c$ 时,二极管 VD_2 、 VD_4 导通,电容 C 被充电,电容 C 两端电压 u_c 逐渐增大到峰值。如此重复电容不断被充电、放电,在负载上获得如图 1-7 所示的波形。

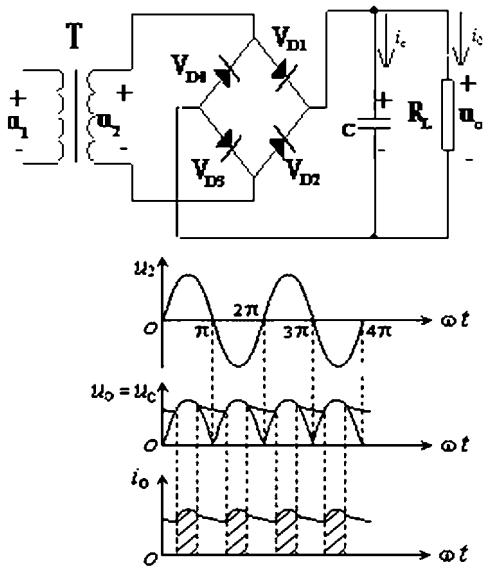


图 1-7

2. 特点

采用电容滤波使负载电压中的脉动成分降低了,输出电压的平均值有所提高,输出的直流电压为:

$$U_o = U_2 \quad (\text{半波整流滤波}) \quad (1-9a)$$

$$U_o = 1.2 U_2 \quad (\text{全波整流滤波}) \quad (1-9b)$$

此时由于在二极管截止时,电容两端的电压为 $\sqrt{2} U_2$,整流二极管实际承受的最高反向电压为:

$$U_{DM} = \sqrt{2} U_2 \quad (1-10)$$

选择整流二极管的 $U_{RM} > \sqrt{2} U_2$ 。

流过二极管的平均电流仍为 $I_D = 0.5 I_o = 0.45 U_2 / R_L$,但此时二极管的导通时间比不加滤波电容时短,导通角小于 π ,流过二极管的瞬时电流很大,因此选用整流二极管时,一般选

$$I_F \geq (1.5 \sim 2) I_D \quad (1-11)$$

滤波电容 C 的取值为:

$$R_L C \geq (3 \sim 5) T/2 \quad (1-12)$$

滤波电容 C 的最高工作电压为:

$$U_c = \sqrt{2} U_2 \quad (1-13)$$

3. 正确选取电容器的额定工作电压

电容器的额定工作电压是指电容器长期使用时能可靠工作,不被击穿所能承受的最大电压值。每个电容器都有一定的耐压程度,使用时应保持实际电压比额定电压低 10% ~ 20%。不能超过其额定值,否则就会造成电容器内损坏,严重时还会造成电容器爆炸。

例 1-1 桥式整流滤波电路如图 1-7 所示,输入交流电的周期 $T=0.02\text{s}$,要求输出直流电压为 12V,输出直流电流为 0.8A。试:

- ① 计算电源变压器二次侧电压(U_2)的有效值。
- ② 选择整流二极管的型号。
- ③ 选择滤波电容的容量和耐压。

解: ①根据公式 1-9(b) 可得:

$$U_2 = U_0 / 1.2 = 12 / 1.2 = 10\text{V}$$

考虑到变压器自身压降和二极管的压降,要将 U_2 的计算值乘以 1.1 倍为 11V。

$$\textcircled{2} I_F \geq (1.5 \sim 2) I_D = 2 \times 0.5 I_0 = 0.8 \text{ A}$$

$$U_{RM} > U_{DM} = \sqrt{2} U_2 = \sqrt{2} \times 11 \approx 16\text{V}$$

查附录 2,整流二极管 $VD_1 \sim VD_4$ 可选用 IN4001,其极限参数为 $U_{RM} = 50\text{V}$, $I_F = 1\text{A}$,能满足要求。

$$\textcircled{3} R_L = U_0 / I_0 = 12 / 0.8 = 15\Omega, \text{根据公式 } R_L C \geq (3 \sim 5) T/2 \text{ 可得:}$$

$$C \geq (3 \sim 5) T/2 R_L = 5 \times 0.02 / 2 \times 15 \approx 3333 \mu\text{F}$$

根据公式 1-13 可得滤波电容的最高工作电压,

$$U_c = \sqrt{2} U_2 = \sqrt{2} \times 11 \approx 16\text{V}$$

选择标称值为 3300 μF /25V 的电容。

拓展知识

1.1.4 特种二极管

1. 稳压二极管

稳压二极管简称稳压管,图 1-8 是稳压管的符号。使用时,它的阴极接外加电压的正端,阳极接负,管子工作在反向击穿状态,利用它的反向击穿特性稳定直流电压。如果稳压管的极性接反,则不能起到稳压作用,稳压管此时只相当于一个普通二极管。稳压管两端的正向电压降约为 0.7V。

(1) 稳压管的伏安特性

稳压管的正向特性和普通二极管相同,不同的是反向特性曲线比普通二极管陡峭。如图 1-9 所示,在反向电压较小时,管子只有极小的反向电流。当反向电压达到击穿电压(U_Z)时,管子突然导通,电压即使增加很少,也会引起较大的电流变化。