

电子技术选修实验

电子技术选修实验

钟长华等 编著 王鸿明 审

清华大学

出版社

社

清华大学出版社

电子技术选修实验

钟长华 等 编著
王鸿明 审

清华大学出版社

(京)新登字 158 号

内 容 简 介

本书是清华大学应用电子学及电工学教研组为提高理工科非电类大学生电子技术知识水平和实验能力而编写的一本教材。教材中选取了模拟电子、数字电子、微计算机应用和可编程控制器应用等各方面的实验内容。教材中所收集的实验均为作者们多年教学、科研和生产实践经验的结晶,因此这本教材内容丰富,而且具有综合性、趣味性和实用价值。本书还包括了常用电子仪器的原理及使用说明以及常用电子器件的简介,可供参考。

这本教材不仅对理工科非电类大学生提高电子技术知识和增强实验能力有用,对电类专业大学生及工程技术人员和电子爱好者应用电子技术解决实际问题亦很有参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术选修实验/钟长华等编著. —北京:清华大学出版社, 1995
ISBN 7-302-01825-1

I. 电… II. 钟… III. 电子技术—实验—教材—TN-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 96 第 05 号

出版者: 清华大学出版社(北京清华大学校内, 邮编 100084)

印刷者: 通县宏飞印刷厂

发行者: 新华书店总店北京科技发行所

开 本: 787×1092 1/16 印张: 14.25 字数: 332 千字

版 次: 1995 年 9 月第 1 版 1995 年 9 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-01825-1/TM·21

印 数: 0001—5000

定 价: 10.80 元

前 言

电工技术(电工学Ⅰ)、电子技术(电工学Ⅱ)是理工科非电类专业学生的一门技术基础课程,随着电工、电子技术的发展,这门课程在非电类专业中的作用日益重要。为了提高课程的教学质量、满足学生的要求、清华大学电工学教研组在对电工学的理论教学进行内容革新的同时还在实验的内容及安排上进行了改革。针对非电类专业学生学习电工、电子技术课程的差异;我们将电工、电子技术实验分成为三个层次,这三个层次的要求与目的如下述。

(一) 基础实验 实验内容是按教学基本要求并结合我校实际情况制定的。所有学习电工学课程的学生都要做这部分实验,以保证学生能正确地使用基本的电工、电子仪器和仪表;掌握做电工学实验的方法;通过实验巩固理论教学内容并加深理解。

(二) 课余选修实验 这个层次的实验起着因材施教的作用。

(三) 专题实验 由同学独立选择设备、器材、独立完成给定的任务,培养同学独立完成一项电子技术工程的能力。

本书是为第二层次教学使用的电子选修实验指导书,它是为学习有余力且对电子技术课程感性趣;并希望能在电子技术方面多学习一些知识的同学准备的课外实验教材。

电子技术选修实验是我教研组、实验室于1987年筹划并开出的课外实验,经过几年的实践证明这是一种好办法,对巩固和加深非电类专业学生所学的电子技术知识和提高实验及制做的能力起着良好的作用,通过选修实验,一些同学所做的课题还获得了校、系科技奖。

选修实验是在课余时间进行的,做实验的时间相当灵活,只要预先登记,按预约时间就可以来做实验。实验室为学生提供仪器、设备、器材,并根据情况给予必要的指导。

选修实验的难度一般比基础实验提高了许多,有些实验内容课堂上也没有讲过,要学生通过阅读指导书、理解之后才能进行实验,这种实验仍然受到相当一部分学生的欢迎。由于选修实验内容广泛,独立工作性强,个别的学生还可以自带题目来实验室做实验,因此深受学生欢迎。

本书选编的实验内容来自两个方面,一部分是在总结以往实验课程的基础上经过整理、完善提高后编写的;另一部分是由教师、实验室工作人员所从事的科研项目提供的。因此这些实验不仅对在校学习的学生提高电子技术知识水平和实验动手能力有帮助,对年青的电工学教师,电子技术爱好者及有关的工程技术人员也有参考价值。

本书内容分三部分:

(一) 29个实验;

(二) 常用电子仪器原理及使用;

(三) 附录:常用元器件等有关资料。

第(二)部分内容有助于学生进一步理解和掌握常用电子仪器的工作原理及使用方

法,通过这部分内容可以补充电工学教学和教材在这方面知识的不足。第(三)部分内容有助于学生了解各种常用电子元、器件的品种、规格及相关产品的技术数据,可增加学生的实际知识,并对以后工作时亦有可供参考的资料价值。

参加本书编写的同志有:钟长华(实验一,六、八~十一,十三~二十,二十二),李鸿庆(实验二~五)、孙晓瑛(实验七、十二、二十一、二十八、二十九及附录),崔子经(实验二十三~二十五及常用电子仪器原理及使用),李胜(实验二十六、二十七)。孙晓瑛对全书的图形符号做了统一校正的工作。冉凡英等同志参加了资料整理及部分抄写工作。

王鸿明教授对全书进行了审核。

编写《电子技术选修实验》是一个新的尝试,我们希望通过这本教材的编写出版能为电工学实验课程的改革做一点工作,由于我们的能力及水平所限,书中难免有不妥或错误之处,请读者提出批评指正。

编者 1995年2月

目 录

第一部分 实验内容

实验一	示波器的使用	3
实验二	三端稳压器	6
实验三	微音放大器	10
实验四	多点温度巡回检测	12
实验五	光电耦合线性放大器	15
实验六	集成电路交流数字电压表	18
实验七	晶闸管应用电路——自动调压恒温系统	25
实验八	压控振荡器	28
实验九	简易数字电压表	32
实验十	四人优先判决电路	36
实验十一	简易电子琴电路	38
实验十二	数控步进电机	43
实验十三	用单踪示波器显示多路波形	45
实验十四	红外遥控电路	50
实验十五	数-模转换及数控方波发生电路	55
实验十六	模-数转换器(A/D)原理及应用	59
实验十七	示波器上字符及图形的显示	64
实验十八	硬币面值识别电路设计	69
实验十九	电机转速测量系统设计	71
实验二十	音乐信号的存储和回放电路设计	75
实验二十一	步进电机的微机控制	79
实验二十二	微机控温电路	84
实验二十三	暂态电路过渡过程的微机分析	90
实验二十四	微机数据采集	98
实验二十五	应用微机进行滤波器频率特性的研究	104
实验二十六	单片机数据传送	111
实验二十七	单片机数据采集	113
实验二十八	可编程控制器基本指令练习	119
实验二十九	机械手的 PLC 控制	123

第二部分 常用电子仪器原理及使用

低频信号发生器.....	131
电子示波器.....	133
直流稳压电源.....	139
晶体管毫伏表.....	142

第三部分 附录

附录一 步进电机工作原理简介.....	147
附录二 EPROM 写入方法.....	149
附录三 电阻、电容简介	151
一、电阻、电容的型号命名方法	151
二、电阻器	152
三、电容器	159
附录四 半导体分立器件性能简介和管脚判别法.....	163
一、国产半导体分立器件型号命名方法	163
二、晶体二极管	163
三、晶体三极管	166
四、场效应管	170
五、单结晶体管	172
六、硅整流桥	174
七、晶闸管	175
附录五 集成电路简介.....	179
一、常用集成电路的主要品种和管脚识别	179
二、线性集成运算放大器	180
三、集成三端稳压器	181
四、驻极体话筒又称电容式微音器	183
五、TTL 系列数字集成电路组件	185
六、CMOS 系列数字集成电路组件.....	191
七、A/D 转换器	194
八、D/A 转换器	197
九、集成定时器	198
十、单片机芯片 8031	199
十一、EPROM 芯片 2716	200
十二、光电耦合器	201
十三、LED 数码管	202

附录六 可编程控制器简介	203
一、手持编程器的使用介绍	203
二、程序的编辑方法	206
三、程序的监控方法	209
四、常用指令表(以本书实验内容为限)	211
五、其他	214

第一部分

实 验 内 容

实验一 示波器的使用

一、实验目的

1. 了解示波器面板上的控制开关、旋钮的作用。
2. 掌握用示波器测量交流电压及直流电压的方法。
3. 掌握用示波器测量脉冲信号的幅值、周期及频率。
4. 掌握用示波器测量两个交流信号的相位差。

二、实验原理与说明(见本书中第二部分示波器原理及使用)。

三、实验内容与步骤

1. 阅读实验室所提供的示波器说明书,对照实物了解面板上的开关、旋钮的作用。

2. 接通示波器电源开关,使显示屏上出现水平扫描线,将示波器 Y 轴输入测示线上的测示头与地线短接,这时 Y 轴输入信号为零。调节聚焦、亮度、上下位移、左右位移旋钮的作用看是否正常。(注意:亮度不宜太亮)。读出自校信号的频率及幅度,是否与面板上所标数值一致。

3. 测量直流稳压电源输出电压的大小,直流稳压电源输出调到 5V 及 10V,先用直流电压表测量,再用示波器测量,二者测量结果应大致相同。用示波器测量直流电压时,Y 轴选择开关应根据被测电压的大小选择合适档次。如:测量 5V 直流电压时,Y 轴选择开关可置于 1V/cm 的位置,微调旋钮置于校正位。接入待测电压后,水平线移动的高度为

$$h=5\text{cm}$$

这时测得直流电压的大小为

$$U=h\times\frac{1\text{V}}{\text{cm}}=5\text{cm}\times\frac{1\text{V}}{\text{cm}}=5\text{V}$$

4. 测量音频信号发生器的输出电压。将信号发生器输出频率调到 1kHz,有效值电压调到 2V。用示波器测量时,Y 轴选择开关和水平扫描开关放在适当位置,例如 Y 轴开关置于 1V/cm 的位置,水平扫描开关放在 0.1ms/cm 的位置(思考:为什么?),微调旋钮均置校正位。接入电压后,在示波器显示屏上显示的波形如图 I-1-1,交流电压峰到峰的高度为 h ,单位为 cm,通过 h 可求出交流电压峰-峰值为: $U_{\text{P-P}}=h\times 1\text{V/cm}$ 。有效值为峰 $U=\frac{U_{\text{P-P}}}{2}\frac{1}{\sqrt{2}}$

5. 用示波器测量交流信号及方波信号的周期。一般采用的方法为内扫描法,就是用示波器内部的水平扫描时间来测量,将示波器扫描开关调到适当位置上,微调旋钮置于校正位。Y 轴开关选择合适,如内扫描时间置于 0.5ms/cm 测量的波形如图 I-1-2,示波器显示屏上读出一个周期的距离 $x=4\text{cm}$,则被测交流信号的周期为

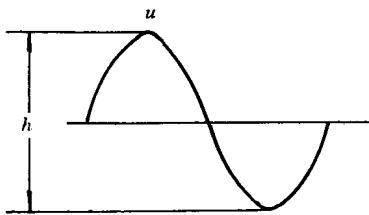


图 1-1-1 交流电压波形

$$T = x \times 0.5 \text{ms/cm} = 4 \times 0.5 = 2 \text{ms}$$

用已测量出的周期计算出信号的频率 f 为

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2 \text{ms}} = 0.5 \text{kHz}$$

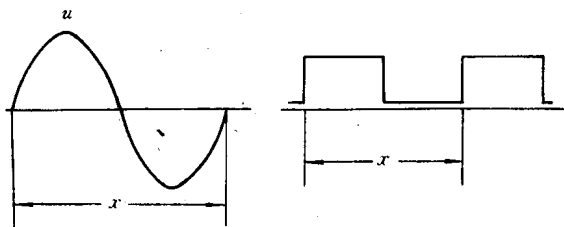


图 1-1-2 交流电压及方波电压波形

6. 相位测量。通常用双踪示波器测量同频率的两个交流信号的相位差。如测量 RC 串联电路的 u_1 及 i 的相位差如图 1-1-3。

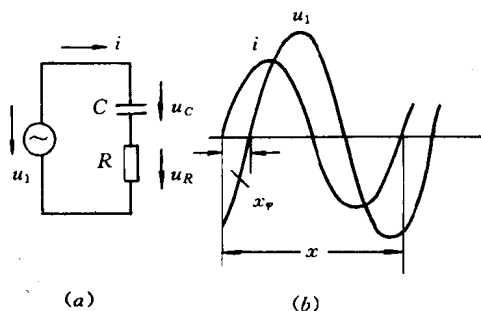


图 1-1-3 RC 串联电路电压与电流的波形
(a) 电路图; (b) 波形图

图中, $R=510\Omega$; $C=0.47\mu\text{f}$; $f=600\text{Hz}$ 。

从示波器显示屏上可以看出 i 超前 u_1 , 其相位差的大小可通过交流电压或电流在一周期(一周期为 360°)的水平扫描长度计算:

$$\varphi_{u_1 i} = \frac{x_\varphi(\text{长度})}{x(\text{长度})} \times 360^\circ$$

为了能够更精确的测量出 u_1, i 的相位差,可使用 X 轴扩展或将扫描速度增大。

四、预习要求

1. 阅读本书第二部分有关电子示波器的原理及使用。
2. 阅读本实验的内容及测量方法。
3. 画出记录表格。

五、思考问题

1. 用示波器 Y 轴输入端的 AC—GND—DC 选择开关放在 DC 位时,能否测量交流信号。
2. 如果要测量直流电压中的交流成分,AC—GND—DC 选择开关应放在哪个位置?
3. 能否用示波器直接去测量单相交流 220V 电压? 说明原因。

实验二 三端稳压器

一、实验目的

了解三端稳压器的正确使用方法与使用技巧。

二、实验原理及说明

有关三端稳压器的性能及工作原理请参阅附录五。常见集成稳压器外形如附录中图Ⅱ-5-7所示。下面针对几种常用的稳压电路说明如下：

(一) 一般稳压电路

图 I-2-1 是用 7805 器件构成的 +5V 稳压电源。图中 C_1 为滤波电容,其值可大致按每输出 0.5A, $1000\mu\text{F}$ 的容量选取,当要求输出纹波小时,其值可选大些。 C_3 是当负载电流突变时,为改善电源的动态特性而设的,取值约为 $100\sim 470\mu\text{F}$ 。

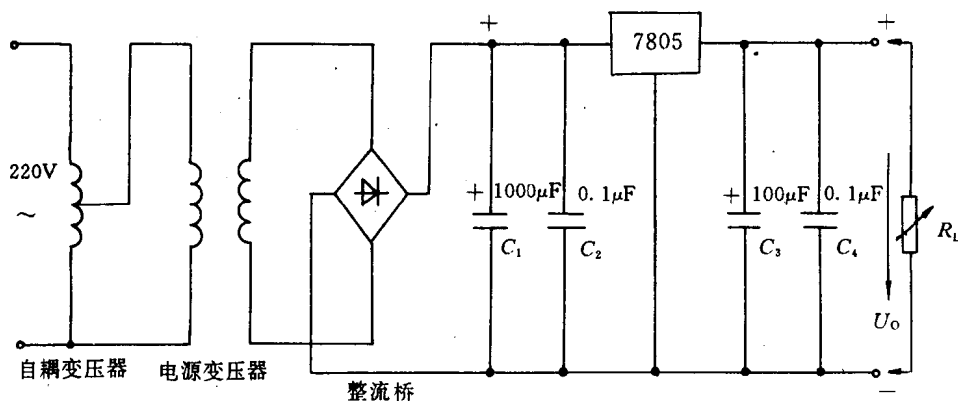


图 I-2-1 稳压电源电路

C_1, C_3 均为电解电容。在结构上,它们是由两个电容极板中间加绝缘介质卷绕而成的。因此,对电源中的高频分量,电解电容均含有电感,而集成稳压器内部是带有负反馈的一个电子电路,在高频下,通过 C_1, C_3 的耦合,可能会使稳压器的输出端产生有害振荡。 C_2, C_4 正是为抑制这种振荡或消除电网端串入的高频干扰而设置的,通常 C_2, C_4 取值为 $0.1\sim 0.33\mu\text{F}$ 。有时不接 C_2 和 C_4 ,输出亦无振荡,仍可正常使用。

(二) 输出电压可调电路

图 I-2-2 电路是由集成稳压器构成的连续可调输出电压电路。其中 U_E 是集成稳压器的标称输出电压,此处 $U_E = +5\text{V}$ 。若忽略晶体管 U_{EB} 压降,则 $U_E = U_{R1}$ 。

忽略晶体管基极电流后,有 $I_{R1} = I_{R2}$, 所以

$$\frac{U_O}{R_1 + R_2} \approx \frac{U_{R1}}{R_1} \approx \frac{U_E}{R_1}$$

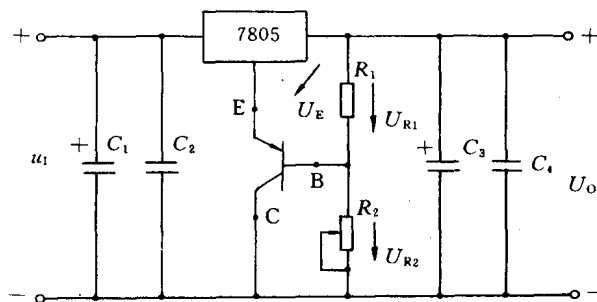


图 I-2-2 输出电压可调的稳压电路

即 $U_o \approx \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) U_E$, 调节 R_2 值, 可使 U_o 在一定范围内变化。但输出电压可调范围不能太大, 当输出电压较高时, 稳压性能将变差。

(三) 扩展输出电流电路

扩展输出电流电路如图 I-2-3 所示, 7805 的额定输出电流 i_E 可按 1A 以下考虑(带散热片)。

负载电流 $i_L = i_C + i_E$, 即扩大了输出电流, 外加晶体管为 PNP 型大功率晶体管。

电阻 R 两端压降

$$U_R = U_{EB} \approx 0.3V$$

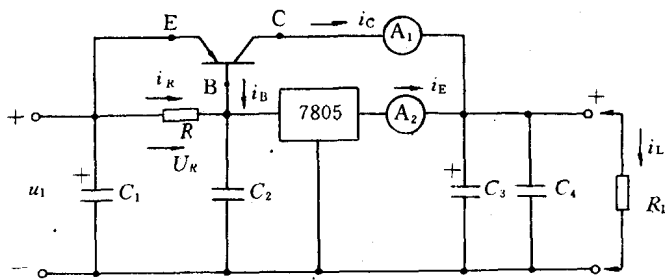


图 I-2-3 扩大输出电流电路

又 $I_R + I_B = I_E$, 若忽略 I_B , 则 $I_R \approx I_E$, 所以

$$R = \frac{U_{EB}}{I_R} \approx \frac{U_{EB}}{I_E}$$

三、实验内容与步骤

1. 按图 I-2-1 设计搭接电路, 完成如下实验:

(1) 负载电流按不大于 100mA 考虑。调节自耦调压器, 使 7805 的整流输入电压不超过 10V, 测量负载电压 U_o 。

(2) 输入电压不变, 用示波器分别测量有负载(100mA)和无负载情况下, 负载 R_L 上电压的交流分量的变化情况, 用直流电压表测量输出直流电压是否有变化, 研究随着负载

电流的增加,输出电压交直流分量的变化趋势。

提示:实验中,在稳压器不加散热片的情况下,随着负载电流的增加,稳压器将越来越热,可随时用手摸稳压器,以不烫手为度。

(3) 在 C_1 接通和断开的情况下,分别用示波器观察负载电压的波形,研究 C_1 在稳压电源中的作用。

(4) 参考图 I-2-1 电路的结构形式,用 7905 稳压器构成 $-5V$ 稳压电源。

2. 构成 $\pm 5V$ 双路稳压电源。利用副边有中心抽头的变压器(见图 I-2-4),整流桥和 7805, 7905 等元件构成。

先画出电路,请教师审阅后,再接线实验。

3. 按图 I-2-2 接线,自行设计元件参数,经教师审查后再接线实验。研究输出电压的变化范围。

4. 按图 I-2-3 接线。欲将负载电流扩大到 $1.2A$,试选择大功率管和 R 值,并接线实验。

5. 图 I-2-5 电路中,若把 R_2 做为负载电阻,则负载电流为恒定值,故称为恒流源电路(此时 C_2 将失去作用,可以去掉)。试接线实验。

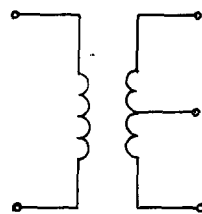


图 I-2-4 有中心抽头的变压器

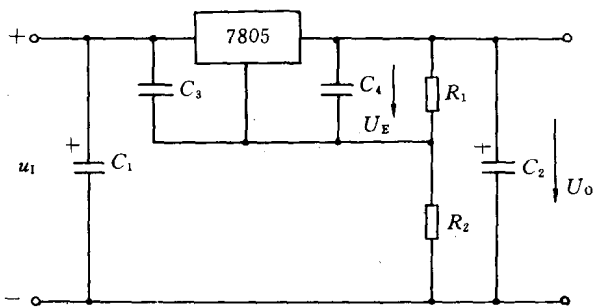


图 I-2-5 恒流源电路

6. 通常稳压器的最低输出稳压值是 $+5V$ 或 $-5V$,但有时需要低于 $5V$ 的电压,当对输出电压稳定度要求不太高时,可用图 I-2-6 的方法得到较低的电压,试按此图接线实验。

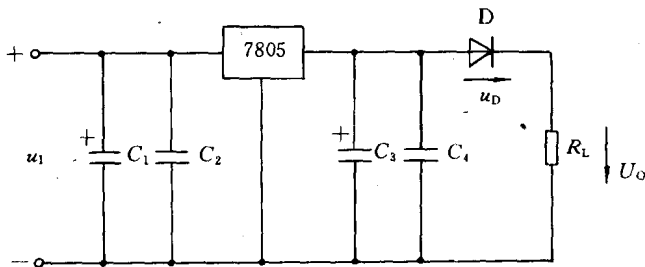


图 I-2-6 串联二极管降压电路

四、预习要求

实验前应仔细阅读实验原理及说明以及注意事项。并预先设计好实验电路的参数。

五、注意事项

1. 防止将稳压器的输入与输出接反。若反接电压超过 7V, 将使稳压器损坏。
2. 避免使稳压器浮地(如图 I-2-7 所示)运行。接地线断开时, 即造成稳压器浮地运行, 这时 $U_o = U_i$, 会使输出电压大大增加, 致使负载元件损坏。使用中, 应先插(焊)好稳压器, 检查无误后再接负载。

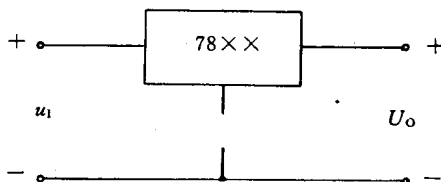


图 I-2-7 稳压器浮地运行

3. 稳压器的输入电压 U_i 通常是由交流电压经整流后得到的, 其值不能过大和过小, 各种型号稳压器输入电压值见表 I-2-1。

表 I-2-1 稳压器输入电压值

型 号	7805	7815	7824	7905	7915	7924
$U_i \text{ max/V}$	35	35	40	-35	-35	-40
$U_i \text{ min/V}$	7.3	17.3	27.1	-7	-17.5	-27
推荐使用值/V	10	24	32	-10	-24	-32

六、思考问题

1. 若把图 I-2-1 电路输出的正极性接地, 可否作为负稳压电源使用?
2. 图 I-2-6 电路中, 串联二极管降压的依据是什么? 串电阻降压是否也可以?