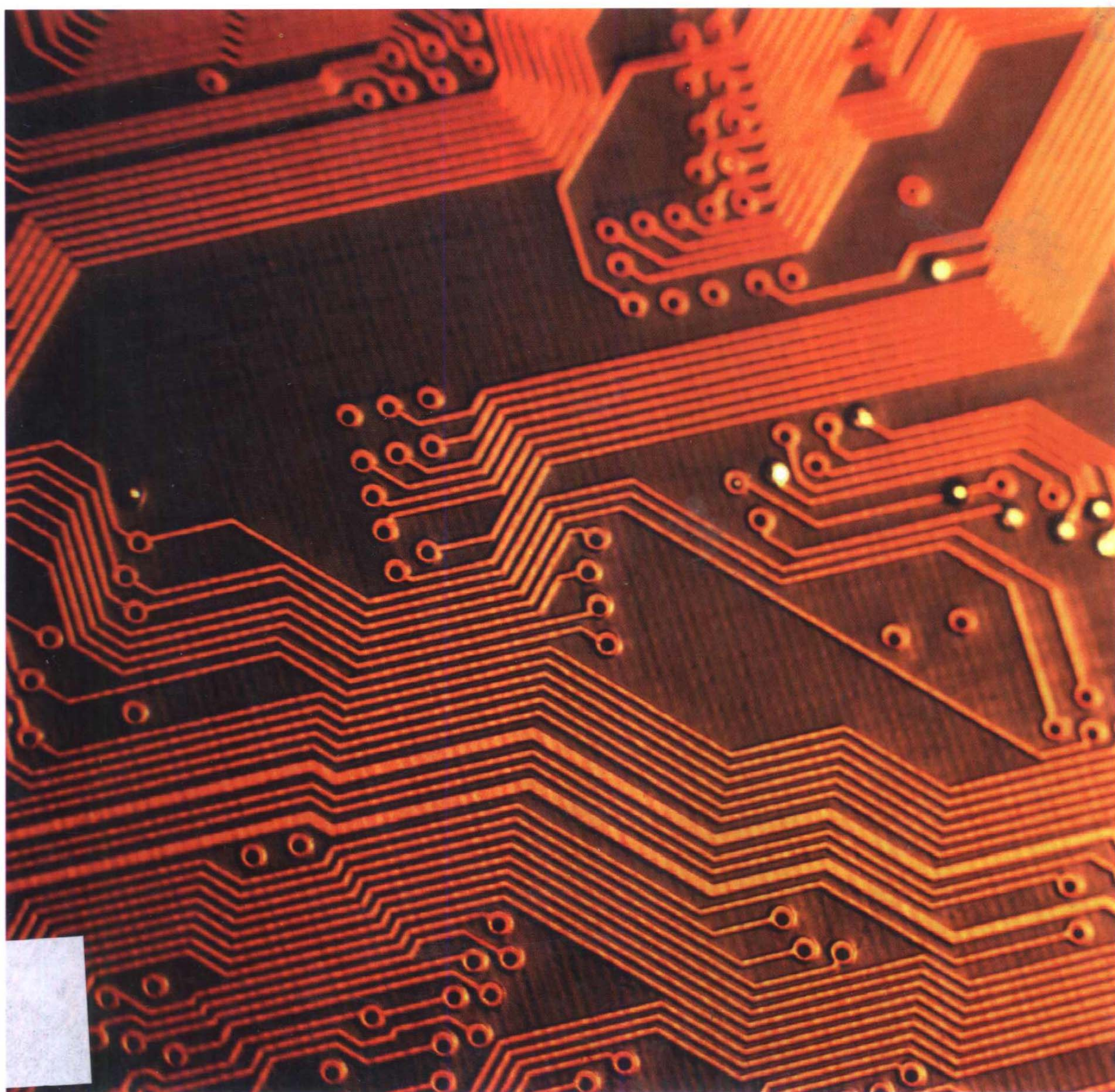


卢结成 高世忻 陈力生 田红民 等编

电子电路实验 及应用课题设计

中国科学技术大学出版社



电子电路实验及应用课题设计

卢结成 高世忻 陈力生 田红民 等 编

中国科学技术大学出版社

2002·合肥

内 容 提 要

本书较为全面地介绍了模拟电路、数字电路、应用课题设计和电子设计自动化等各种不同类型的实验,以满足各专业的不同需要。全书分四篇,共35个实验,其中模拟电路实验12个,数字电路实验9个,电子设计自动化及应用课题设计实验14个。还在附录A中列出了10个电子设计自动化基础实验题目,作为EDA基础训练的开放性实验题目。为了使实验者掌握正确的测量方法和正确地使用仪器,附录B至附录D简要地介绍了模拟电路和数字电路的测量方法和常用仪器的使用方法。附录E和附录F介绍了数字系统设计软件ispEXPERT及ISP实验系统。为了方便实验者查阅元器件的管脚和参数,附录G列出了常用元器件的命名法和部分晶体管及集成电路的电参数。

本书是电子电路及其应用方面的实验指导书,对象为无线电类和非无线电类各专业的本科生。本书可作为实验单独设课的教材,也可作为非单独设课院校及工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电子电路实验及应用课题设计/卢结成,高世忻,陈力生,田红民等编. —合肥:中国科学技术大学出版社,2002.3

ISBN7-312-01383-X

I. 电… II. ①卢… ②高… ③陈… ④田… III. 电子电路-实验-高等学校-教材
IV. TN710-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第006704号

中国科学技术大学出版社出版发行

(安徽省合肥市金寨路96号,邮编:230026)

中国科学技术大学印刷厂印刷

全国新华书店经销

开本:787×1092/16 印张:15.625 字数:395千

2002年3月第1版 2002年3月第1次印刷

印数:1—6000册

ISBN7-312-01383-X/TN-48 定价:20.00元

前 言

电子电路实验是高等院校电子、通信及相关专业学生的重要实践性环节，对于培养和提高学生的知识创新能力、解决实际问题的技能起着十分重要的作用。随着电子技术的发展，许多新技术、新器件不断涌现，特别是电子设计自动化（EDA）技术的日臻完善，为复杂电子电路的设计、调试提供了更加方便、高效的方法和手段。相比之下，原有的实验内容日益显得陈旧、过时，原来的实验手段也已远远不能适应现代教学的要求。为此，我们在总结多年来的教学实践并结合当前教学改革需要的基础上，对原有的实验作了较大改动并增加许多新内容，重编了本教材——《电子电路实验及应用课题设计》。

本书第一篇的模拟电路实验和第二篇的数字电路实验为单元电路实验，选编了 12 个模拟电路实验和 9 个数字电路实验，每个实验的课内学时一般为 3 学时左右。要求学生熟悉模拟电路和数字电路的测量方法，熟练掌握常用电子测量仪器的操作。重点在于要求学生掌握常用电子电路的设计、调试方法；掌握常用集成运算放大器和数字集成电路在信号运算、信号处理和波形产生等方面的应用。其中大部分实验都要求学生自己动手在实验装置上进行连接和调试，目的是巩固和拓宽课堂所学理论，培养基本技能，学会工程设计和估算方法。为了进一步提高常用电子电路的应用设计能力，在第三篇中选编了 10 个不同类型的课题设计性实验，要求学生在基本教学实验的基础上，综合运用已学知识，完成小型系统的设计制作任务。它包括确定设计方案、电路选择、元件参数值的计算、电路的安装与调整、组织仪器进行指标测试直至写出综合实验报告。每个课题的课内学时一般在 4~6 学时。

电子设计自动化技术已在许多高校独立设课，已成为大学生特别是电子类本科生必须掌握的知识。目前在高校实验室进行的 EDA 实验主要包括电子电路仿真和可编程逻辑器件的设计应用技术。为了及

时将这方面的新技术、新方法传授给学生，我们在第四篇和附录 A、E、F 中简要介绍了 EDA 技术，并安排了设计性和开放性实验。作为入门和熟悉软、硬件环境，先指定四个实验让学生完成，然后，所有的实验都由学生自己选题和设计，包括设计内容、元器件的选择、实验完成的时间等，都由学生自己决定。每个实验的课内学时一般为 6~8 学时。

书末附录中还编入了常用电子测量仪器的原理及使用方法和常用电路元、器件型号及其主要性能参数，以供查阅。

本书是在使用多年的《电子线路及微机实验》（中国科学技术大学出版社，1992 年）的基础上重编而成的。其中实验一、九、十三、十四、二十三、二十四由田红民编写；实验四、二十二、二十五由姜鸣编写；实验三、五及附录 B 由李福生编写；实验二、六、七、八、十一、十二、二十七由高世忻编写；实验十、二十六由陈力生编写；实验十五、十六由王欣编写；实验十七、十八、三十一由杨潇编写；实验十九、二十、二十一、二十九、三十、三十五及附录 A、C、D、G 由卢结成编写；实验二十八由肖鸿编写；实验三十二、三十三、三十四及附录 E、F 由胡新伟编写。全书的审阅工作由陈力生、卢结成和高世忻同志负责，最后由卢结成统稿。

由于编者水平有限，书中难免存在疏漏和错误之处，恳请读者批评指正。

编 者

2001 年 8 月

目 次

第一篇 模拟电路实验	(1)
实验一 常用电子测量仪器的使用.....	(1)
实验二 二极管电路.....	(4)
实验三 差分放大器.....	(9)
实验四 电压串联负反馈放大器.....	(13)
实验五 集成运算放大器应用(一)——信号运算电路	(17)
实验六 集成运算放大器应用(二)——占空比可调的脉冲和锯齿波发生器	(20)
实验七 集成运算放大器应用(三)——阶梯波发生器	(23)
实验八 集成运算放大器应用(四)——精密全波整流电路	(25)
实验九 低频集成功率放大器.....	(28)
实验十 串联型稳压电源.....	(31)
实验十一 频率-电压变换电路.....	(35)
实验十二 LC 正弦波振荡器.....	(37)
 第二篇 数字电路实验	(41)
实验十三 TTL 集成逻辑门参数测试.....	(41)
实验十四 集电极开路门及三态门.....	(45)
实验十五 数据编码器和译码器.....	(48)
实验十六 数据比较器和数据选择器.....	(52)
实验十七 半加器和全加器.....	(55)
实验十八 移位寄存器.....	(59)
实验十九 触发器和计数器.....	(64)
实验二十 随机读/写存储器.....	(72)
实验二十一 脉冲产生与整形电路.....	(76)
 第三篇 电子电路应用课题设计	(83)
实验二十二 智力竞赛抢答器.....	(83)
实验二十三 模数转换及其应用(一)	(85)
实验二十四 数模转换及其应用(二)	(88)
实验二十五 过欠电压保护电路.....	(91)
实验二十六 555 定时器电路设计.....	(93)
实验二十七 音调控制电路设计.....	(97)
实验二十八 自行车转程计数器.....	(107)
实验二十九 家用电风扇控制逻辑电路设计.....	(112)

实验三十	数字频率计逻辑电路设计	(117)
实验三十一	数字钟逻辑电路设计	(122)
第四篇	电子设计自动化基础实验	(127)
实验三十二	基本门电路实验	(127)
实验三十三	汉字显示	(129)
实验三十四	交通灯控制器	(133)
实验三十五	血型鉴别装置	(137)
附录 A	电子设计自动化基础实验题目	(140)
附录 B	模拟电路的测量方法	(143)
B.1	测量的基本概念	(143)
B.2	电压测量方法	(144)
B.3	阻抗测量	(146)
B.4	增益及幅频特性测量	(148)
B.5	频率、时间和相位的测量	(149)
B.6	失真系数的测量	(152)
B.7	调幅系数的测量	(153)
B.8	测量误差	(154)
B.9	测量数据处理	(159)
附录 C	数字电路的实验方法及逻辑检测	(161)
C.1	数字电路的实验方法	(161)
C.2	数字电路的逻辑检测	(166)
附录 D	常用电子测量仪器简介	(170)
D.1	DT-830/831 数字万用表	(170)
D.2	DH1718 (D) 型稳压稳流电源	(171)
D.3	DF1641/DF1642 函数发生器	(176)
D.4	XD-22 型低频信号发生器	(180)
D.5	DA-16 型晶体管毫伏表	(181)
D.6	示波器及其应用介绍	(182)
D.7	BT-3 型频率特性测试仪	(186)
附录 E	ISPEXpert 简介	(188)
E.1	概述	(188)
E.2	ISP Expert System 的原理图输入	(189)
E.3	设计的编译与仿真	(193)
E.4	ABEL 语言和原理图混合输入	(198)

E.5 在系统编程的操作方法.....	(205)
附录 F ISP 实验板	(208)
附录 G 常用电路元件、器件型号及其主要性能参数.....	(213)
G.1 电阻器.....	(213)
G.2 电容器.....	(215)
G.3 半导体器件.....	(217)
G.4 半导体集成电路.....	(223)
参考书目.....	(241)

第一篇 模拟电路实验

实验一 常用电子测量仪器的使用

一、实验目的

- 1 了解常用电子仪器的用途及主要性能指标；
- 2 初步掌握正确使用常用电子仪器的方法及注意事项；
- 3 初步掌握使用常用电子仪器观察各种电信号波形、测量各种波形参数的方法。

二、实验原理

1. **直流稳压电源**——将交流电变换成直流电的设备，用于供给电子电路稳定的直流工作电压。实验室用直流稳压电源一般都有两路或多路输出端子。

使用方法：

- (1) 开机前检查各仪表指针应处于(机械)零点。
- (2) 单电源工作方式：选择其中任一路，先将输出电压调到需要的大小，然后再接入电路。
- (3) 双电源工作方式：若需要正、负电源供电时，其连接方法如图 1-1 所示。
- (4) 串联工作方式：以两路串联为例，将第 I 路的负极与第 II 路的正极接在一起即可。（即图 1-1 中两路之间的连线不要接地）。

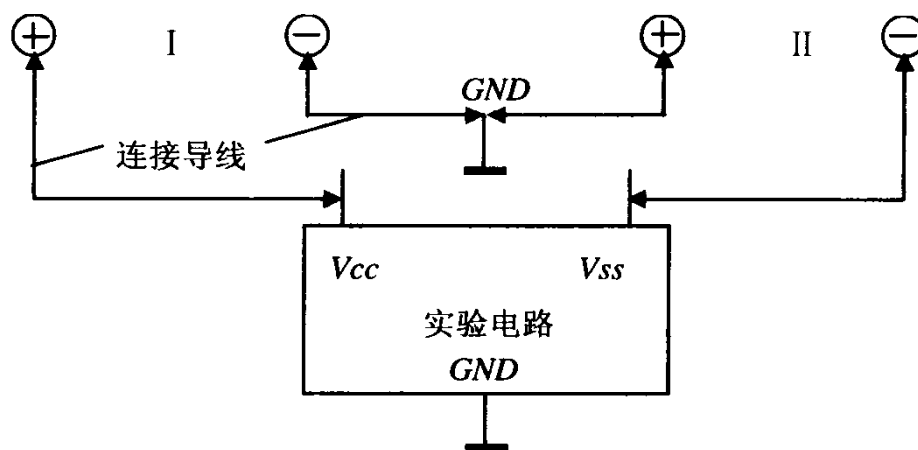


图 1-1 正、负电源供电时的接线方法

注意事项：

- (1) 不能将正、负输出端子用导线直接连接起来（短路）。

(2)接线时应先将连接导线的一端与实验电路接好,然后再将连线的另一端与电源相接(注意正、负极不能接反),拆线时应先去掉电源那一端。

2. 函数发生器——能产生多种波形的信号发生器,用于给被测电路提供所需波形、幅值和频率的测量信号。

使用方法:

(1)开机前应先将“幅度微调”旋钮逆时针旋至最小。

(2)选择波形:按下“波形选择”按钮开关中对应波形的按钮即可。

(3)幅度调节:顺时针逐渐调节“幅度微调”旋钮至所需要的信号大小。如果需要输出较小信号,可将一个或几个“幅度衰减”按钮按下,以便于调节。此时衰减量按 dB 数相加。

(4)频率调节:将“频段选择”按钮中所需频段的按钮按下,再顺时针调节“频率微调”旋钮至所需频率。

注意事项:

(1)不能将输出短路(输出电缆线的两个夹子不要相接)。

(2)不能直接接到带有较高直流电压的两点之间。

3. 毫伏表——测量正弦信号电压有效值的测量仪表。如 DA-16 型晶体管毫伏表,可测量频率为 20Hz~1MHz、幅度为 0.1mV~300V 的正弦信号电压有效值,分成 1mV、3mV、10mV、30mV…100V、300V 共十一个量程挡级。

使用方法:

(1)开机前检查仪表指针应位于(机械)零点,并将“量程开关”置较大量程,如 3V 以上量程。

(2)电调零:将输入端子短接后打开电源,若仪表指针不能稳定在零点,调节“调零”旋钮,使指针处于零点位置。改变量程时应重新调整。

(3)选择量程:测量前应置较大或最大量程,待接入被测信号后再逐渐减小量程。为了减小测量误差,应使仪表指针处于满刻度的三分之一以上。

(4)正确读数:观测者位于仪表正前方适当距离。当量程开关位于 1mV 或 10mV…100V 量程时读表盘刻度 0~10,当量程开关位于 3mV 或 30mV…300V 量程时读表盘刻度 0~30,且满刻度值=量程开关指示值。改变量程或被测信号幅度后,应使指针稳定后再读数。

注意事项:

(1)地线应“先接后拆”,即接线时先接地线,拆线时后拆地线。

(2)被测电压的幅值不应超过毫伏表的最大允许输入电压。

4. 示波器——显示随时间变化的电信号的图形,用于观察各种电信号波形,并测量电压的幅值、频率和相位等的综合性电信号测量仪器。使用方法参见实验内容或附录。

注意事项:

(1)显示亮度不宜过亮,且不应长时间显示固定亮点。

(2)被测电压的幅值(直流加交流的峰值)不应超过示波器的最大允许输入电压。

实验过程中的注意事项:

(1)连接电路时,各实验仪器的“地”线(电缆线的屏蔽线夹)必须与实验电路的“地”接在一起,以保证测量系统的“地”电位相同。

(2)在实验过程中不能反复开、关实验仪器,待实验结束并经教师检查实验数据后,再关

闭仪器并整理好实验台方可离开。

三、实验内容

1. 检查本机标准信号

示波器本身有 1kHz/0.3V(或 0.5V) 的标准方波输出信号，用于检查示波器的工作状态。

将 CH1 通道输入探头接至校准信号的输出端子上（输入电缆线采用 1：1 探头）。按表 1-1 调节示波器的控制开关以显示稳定方波。若波形在垂直方向占 3 格（或 5 格），波形的一个周期在水平方向占 5 格，说明示波器的工作基本正常（1 格为 1cm 单位长度）。

表 1-1

控制件名称	作用位置	控制件名称	作用位置
亮度	适中	触发源	INT
聚焦	适中	内触发源*	CH ₁
水平和垂直位移	适中	触发耦合方式	AC
垂直工作方式	CH ₁	扫描方式	AUTO
输入耦合方式	AC	扫描速率	0.2mS/DIV
幅度衰减	0.1V/DIV	扫描微调	校准位置 CAL
幅度微调	校准位置 CAL		

内触发源*——有的示波器面板上没有该控制开关。这里使用了 CH1 通道，若采用 CH2 通道观测信号，只要将垂直工作方式置“CH2”，若用 CH1 和 CH2 通道同时观测两路信号，只要将垂直工作方式置“CHOP”（适用于低频，50Hz 以下）或“ALT”（适用于高频，50Hz 以上）。

2. 调节示波器的水平扫描基线，测量直流电压

按表 1-2 操作，示波器屏幕上可显示一条水平扫描线。调节“垂直位移”，使水平线处于适当位置（例如中心位置），可作为测量直流电压的“基准”。

将示波器 CH1 通道接至电源输出端，电源电压分别为表 1-3 所示。然后，将表 1-2 中“输入耦合方式”置 DC,调节“幅度衰减”开关，使“基线”向上或向下偏离“基准”位置的距离适中。将测量结果填入表 1-3。

表 1-2

控制件名称	作用位置	控制件名称	作用位置
亮度	适中	输入耦合方式	GND
聚焦	适中	扫描方式	AUTO
水平和垂直位移	适中	扫描速率	0.5ms/DIV
垂直工作方式	CH1		

表 1-3

直流稳压电源输出电压（V）	1V	2.5V	5V
示波器幅度衰减开关位置(V/DIV)			
被测电压偏离基准位置的距离（h）			
电压测量值(V)			

3. 测量正弦信号的幅值、有效值

将函数发生器的输出与示波器的 CH1 通道输入端及交流毫伏表输入端相连接；调节函数发生器，使输出正弦信号（ $f \approx 1\text{Hz}$ ）电压有效值分别为表 1-4 所示；调节示波器的“扫描速率”开关，显示 3~5 个稳定波形；调节示波器的“幅度衰减”开关，使波形在垂直方向的高

度尽量大些；示波器的其他控制开关的调节参见表 1-1。将测量数据处理后填入表 1-4。

表 1-4

交流毫伏表指示的电压有效值 V_{set}	100mV	1V	3V
示波器幅度衰减开关位置(V/DIV)			
峰到峰电压波形的高度(格) h			
峰到峰电压测量值 $V_{p-p}=V/DIV \cdot h$			
峰到峰电压理论值 $V_{p-p}=2\sqrt{2} V_{set}$			

4. 用示波器测量周期或频率

因为 $f=1/T$ ，在要求不太高的情况下，可以用示波器直接测量信号的周期。

将示波器的 CH1 通道输入端接至函数发生器的输出。调节函数发生器的输出信号频率分别为表 1-5 所示，输出信号的波形及幅值任意；调节示波器的“幅度衰减”开关，使波形在垂直方向的高度适中，调节示波器的“扫描速率”开关，使波形的一个周期在水平方向的距离尽量大些；示波器的其他控制开关参见表 1-1。将测量数据处理后填入表 1-5。

表 1-5

函数发生器的输出信号频率 f	400Hz	1kHz	125kHz
示波器扫描速率开关位置(TIME/DIV)			
波形的一个周期所占水平距离（格） X			
信号周期测量值 $T=TIME/DIV \cdot X$			
信号频率测量值 $f=1/T$			

实验二 二极管电路

一、实验目的

- 1. 掌握二极管的单向导电特性；
- 2. 熟悉二极管的常用电路；
- 3. 了解二极管电路的测试方法。

二、实验原理

二极管的基本特性就是 PN 结的基本特性，即单向导电性。当二极管正向偏置时，正向电流较大，二极管反向偏置时，反向电流很小。除了单向导电性，PN 结还有其他特性，利用 PN 结的各种特性，可以制造出各种具有特殊功能的二极管。例如稳压二极管，变容二极管，隧道二极管等。本实验主要研究普通二极管。它的符号如图 1-2 所示。

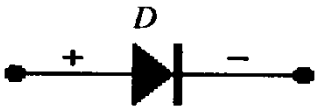


图 1-2 二极管符号

1. 二极管的伏安特性

通过二极管的电流 I 跟随它的二端电压 V 变化的规律就是二极管的伏安特性，也是 PN 结的电压电流关系，可用式 1-1 表示：

$$i_D = I_S \left(e^{\frac{qV}{KT}} - 1 \right) \quad (1-1)$$

式中， I_S —反向饱和电流； $\frac{KT}{q}$ —温度电压当量；

K —波尔兹曼常数； q —电子量。

由上式可画出二极管的伏安特性曲线。如图 1-3。

图中 V_T 称二极管的门限电压，锗管的 $V_T \approx 0.2 \sim 0.3V$ ，硅管的 $V_T \approx 0.6 \sim 0.7V$ 。当二极管的正向偏压小于 V_T 时，二极管处于截止状态，只有正向偏压大于 V_T 时电流 i_D 才显著增加，这时二极管导通。正向导通时，二极管电流最大值不得超过手册上规定的最大允许值 I_M ，以免管子过热而损坏。二极管加反向偏置电压时处于截止状态，但仍有一定的反向电流 I_S 流过，当反向电压继续增大至二极管的击穿电压 V_B 时，反向电流骤增，表现为曲线突然向下弯曲，这种现象称反向击穿，反向击穿可能导致二极管因温度升高而烧坏，除了一些专门制造的稳压管，一般均不能在这一状态下工作。

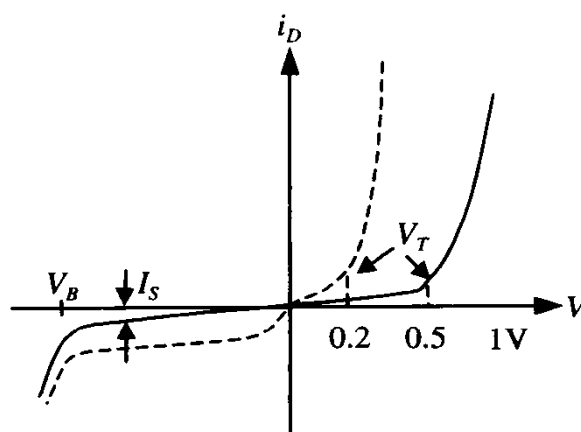


图 1-3 二极管的伏安特性曲线

三、二极管的主要参数

1. 直流电阻 r_{DC}

二极管两端的直流电压 V 与通过二极管的直流电流 I 之比称为二极管的直流电阻 $r_{DC} = \frac{V}{I}$ 。处于不同的工作状态时，对应的直流电阻大小不相同。

2. 交流电阻 r_{AC}

二极管在其工作状态附近的电压微变量和电流微变量之比称为二极管的交流电阻 $r_{AC} = \frac{dV}{dI}$ ，当二极管正偏时，其交流电阻值很小。

3. 额定电流 I_M

指二极管所允许流过的最大正向电流，二极管工作时，应保证流过二极管的电流不超过该值。

4. 反向击穿电压 V_B

使二极管 PN 结击穿的反向电压称为二极管的反向击穿电压 V_B 。在一般情况下，二极管的反向电压最大值应不超过它的击穿电压，否则二极管容易损坏。

5. 极间电容

二极管极间电容主要是 PN 结电容。一般均比较小，仅为几到几十微微法，只有在高频

应用时才予以考虑。

四、二极管应用电路举例

1. 二极管限幅器

所谓限幅器是指输入波形中的一部分振幅传到输出端，而其余部分被阻挡了。实际的二极管限幅电路如图 1-4 所示。

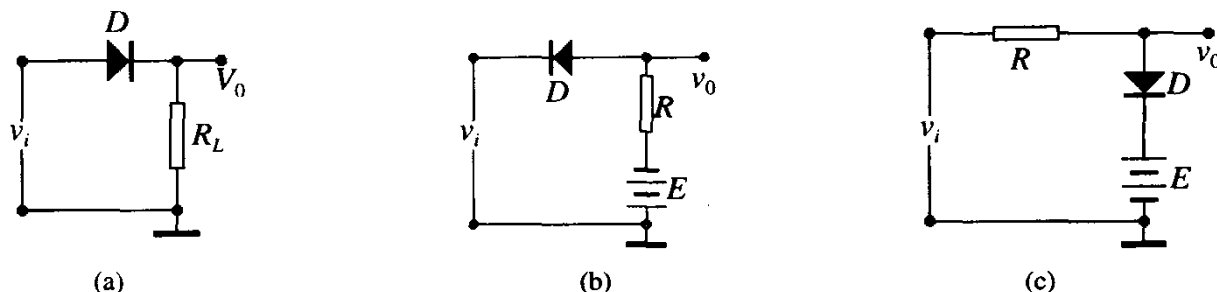


图 1-4 二极管限幅器电路举例

图 1-4(a)中的电路是一种二极管与负载电阻串联的限幅器。当正输入信号到来时，二极管导通，输出信号为 $v_o = \frac{v_i - V_T}{R + r_D} \cdot R$ ，如果输入信号 v_i 远远大于 V_T ，且管子内阻 $r_D \ll R$ 时，上式可近似为 $v_o \approx v_i$ 。当输入负脉冲时，二极管反偏，通常认为反向电阻 $r_D \gg R$ ，这时，输出电压 $v_o = 0$ ，表示输入信号负半周传不到输出端，这部分输入波形被限幅了。此电路称为零电平负向限幅器，若输入为正弦波形，输出波形见图 1-5(a)。

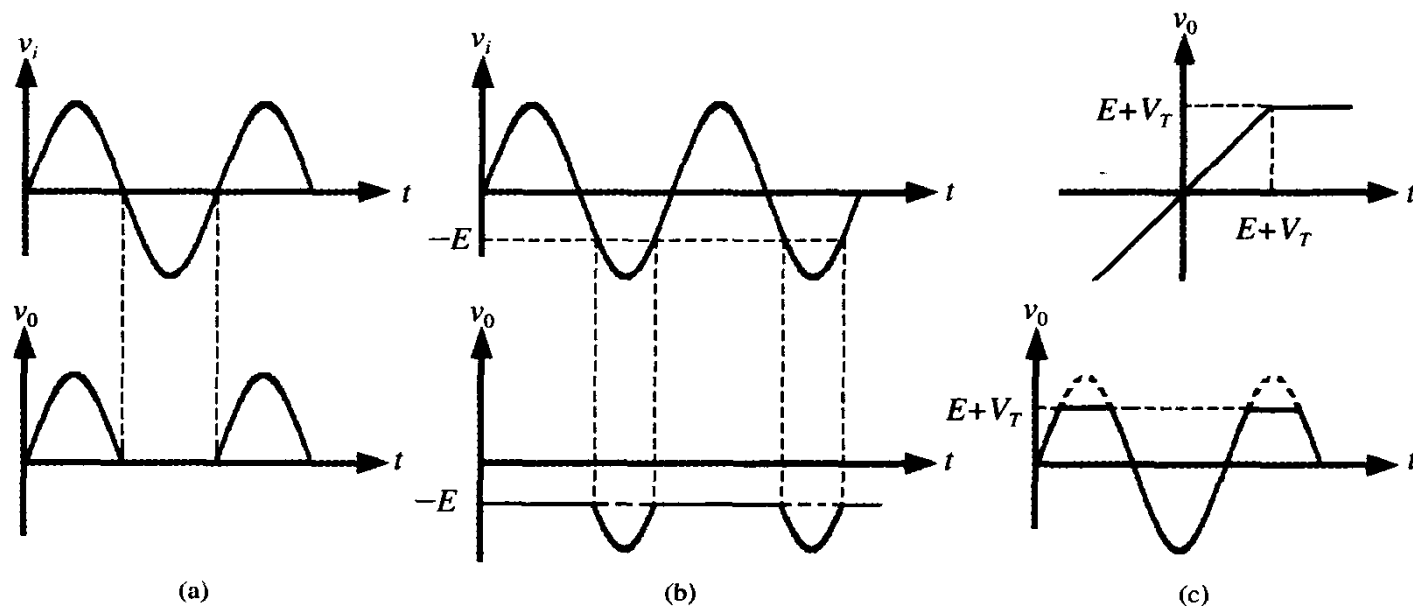


图 1-5 几种限幅器的波形

图 1-4(b)中，当没有输入信号时， $v_i = 0$ ，二极管 D 被反偏而截止，输出电压 $v_o = -E$ 。当输入正信号时， D 更加反偏，因而信号无法传到输出端，只有输入负信号时，并且电位低于 $-E$ 以后，二极管 D 才能导通，这时输入波形才能传到输出端，因而这是一种限幅电平为 $-E$ 的正向限幅器。输出波形见图 1-5(b)所示。

图 1-4(c)中，假定输入信号 $v_i < E + V_T$ 时，二极管 D 截止，输出电压 $v_o = v_i$ 。当 $v_i > E + V_T$ 后， D 导通，当 $R \gg r_D$ 时，输出 $v_o \approx E + V_T$ ，图 1-5(c)中画出了该电路的传输特性曲线和输出波形。

由对以上几个限幅电路的分析可知，要限幅得干净，限幅电阻 R 应选得大一些。利用普

通二极管限幅，被限幅的波形要有足够大的振幅，至少要比二极管门限电压 V_T 大若干倍，限幅才有显著的效果。

2. 二极管箝位器

能将输出信号的初始电位加以固定也叫箝定，这就是箝位电路能解决的问题。最简单的箝位电路如图 1-6 (a) 所示。

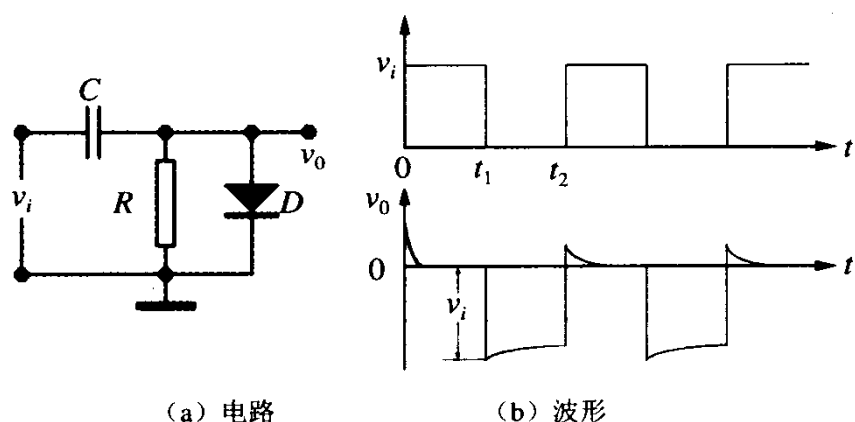


图 1-6 二极管箝位电路及波形

假定电容 C 起始电荷为零，在 $t=0$ 时刻，输入信号正跳变幅度为 V_i ，由于电容上电压不能突变，故输出电压起始跃升至 V_i ，由于二极管正向导通，电容通过二极管内阻充电，充电时间常数为 $\tau_1 = C \cdot r_D$ ，由于二极管正向内阻很小，充电过程很快结束，电容器两端电压能迅速充到输入脉冲最大幅度 V_i ，输出电压 V_o 则相应降为 $0V$ 。在 $t=t_1$ 时刻，输入突变为零， V_o 随输入从零跃降至 $-V_i$ 值。此时由于二极管反偏截止，电容 C 通过电阻 R 缓慢放电，放电时间常数 $\tau_2 = CR \gg (t_2 - t_1)$ ，在脉冲间隔时间内， C 仅放掉少量电荷，使其端电压下降很少。第二脉冲输入时 V_o 又跃升至 V_i ， D 又导通， C 又被充电， V_o 又降至零，如此重复上述过程。该电路输出脉冲的最高电位被箝制在零电平，所以称为零电平正峰箝位器。

该箝位电路和二极管限幅相类似，有箝位极性和箝位电平两个基本参数。将二极管倒接可以改变箝位极性，在输出支路接入适当偏压电源可以调整箝位电平，如图 1-7 所示电路。

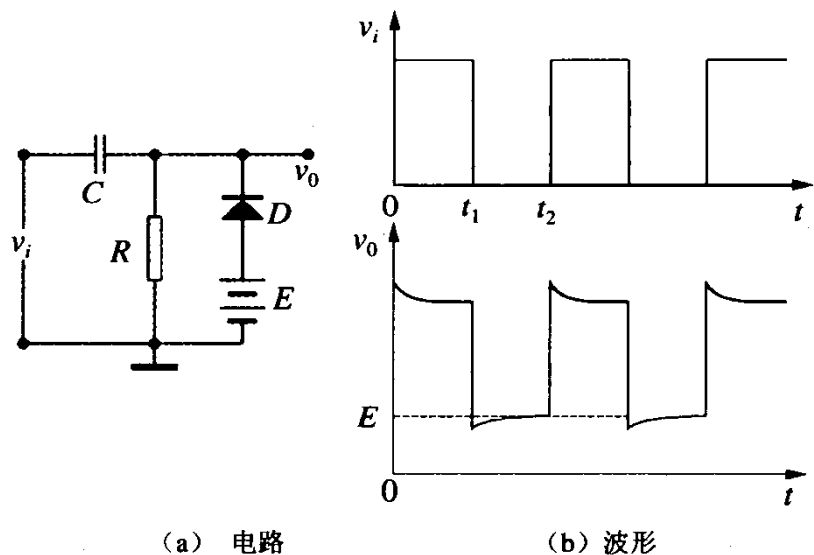


图 1-7 正电平负峰箝位器

工作过程请同学自己分析。

3. 二极管门电路

由于二极管使用在很多情况下很像一个开关，当其两端电压低于阈值电压时，二极管截止，相当于开关关断，当其两端电压超过阈值电压时，二极管导通，相当于开关接通，利用

这种特性可以组成二极管门电路，实现一定逻辑关系。二极管与门电路如图 1-8 所示：

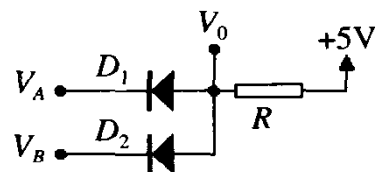


图 1-8 二极管与门电路

其逻辑关系表为：

$V_A(\text{V})$	$V_B(\text{V})$	D_1	D_2	$V_0(\text{V})$	逻辑电平
0	0	通	通	0.7	0
0	3	通	断	0.7	0
3	0	断	通	0.7	0
3	3	通	通	3.7	1

二极管或门电路如图 1-9 所示：

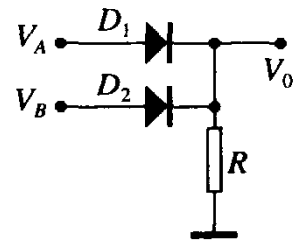


图 1-9 二极管或门电路

其逻辑关系表为：

$V_A(\text{V})$	$V_B(\text{V})$	D_1	D_2	$V_0(\text{V})$	逻辑电平
0	0	断	断	0	0
0	3	断	通	2.3	1
3	0	通	断	2.3	1
3	3	通	通	2.3	1

五、实验内容

1. 按图 1-10(a)(b)(c)(d)接各种限幅电路，其中 $R=10\text{k}\Omega$ 。输入 $f=1\text{kHz}$ 的正弦信号，输入波形幅值为 5V ，记录输入、输出波形并分析之。

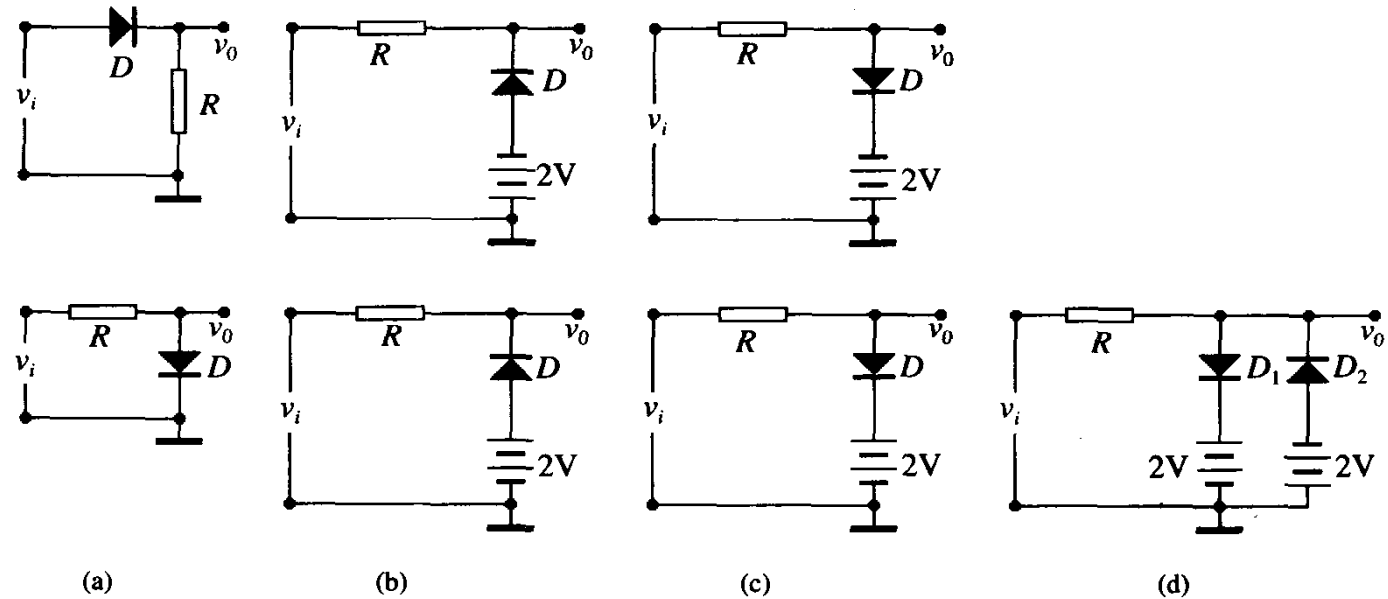


图 1-10 限幅实验电路

2. 按图 1-11(a)(b)接成箝位电路，其中 $C=0.1\mu\text{f}$ 。输入波形同上，记录输入、输出波形并分析之。

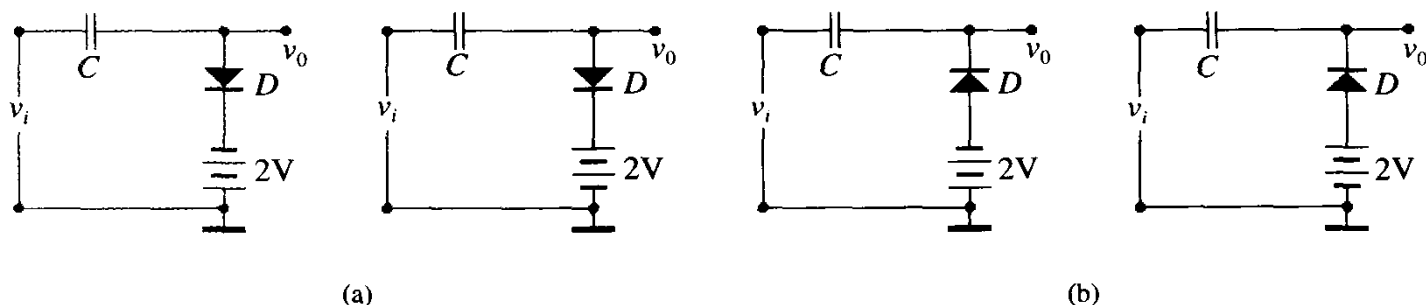


图 1-11 箝位实验电路

3. 按图 1-8 和图 1-9 接成二极管与门和或门电路，验证逻辑关系，填入自拟表格中。输入低电平时加 0V，输入高电平时加 3V。

六、实验仪器

面包板；低频信号源；稳压电源；示波器；万用表。

七、实验报告

1. 整理实验记录，画出波形图；
2. 简单分析其结果；
3. 讨论一下这次实验中你认为值得注意的问题；
4. 画出各电路的输入输出传输特性曲线。

八、思考题

1. 图 1-4 (b) 中的限幅电路对输入信号的幅度有何要求？
2. 图 1-6 的箝位电路中， R 的大小应如何选取？
3. 图 1-7 的箝位电路中，外加直流电压 E 值有没有什么限制和要求？
4. 图 1-11(a)中箝位电路的输入信号改为方波，请画出输出波形。

实验三 差分放大器

一、实验目的

1. 加深理解差分放大器的性能和特点；
2. 熟悉差分放大器在输入和输出连接方式不同时的差模放大倍数的测试；
3. 掌握共模抑制比的测量方法及恒流管对差分放大器性能的改进。

二、实验原理

1. 差分放大器电路的特点和调零