

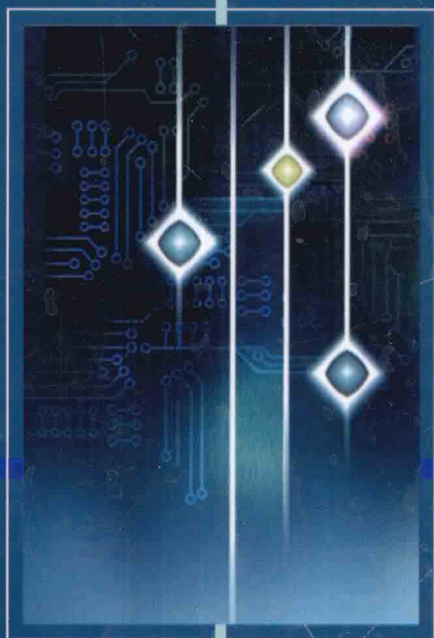


高等学校教材

Textbook for Higher Education

电子技术实验 与课程设计

贾更新 主编



DIANZI JISHU SHIYAN
YU KECHENG SHEJI

西北工业大学出版社

电子技术实验与课程设计

主 编 贾更新
编 者 戴启军 赵昕宇
张文丙 刘晓菊

西北工业大学出版社

【内容简介】 本书是根据我国高等学校关于《电工电子实验教学示范中心电子技术实验教学大纲》要求编写的集实验、课程设计于一体的实践性教材,旨在强化学生基本技能的综合练习,加强以传统电子电路设计为基础的工程设计训练。全书分为电子技术基础实验和课程设计与安装调试两个部分。

本书为高等学校本科教材,适用于自动化控制、生物医学、计算机、电子技术、通信工程、电子信息、测量与控制等专业学生学习参考,也可作为大专院校教师和相关工程技术人员的参考书,还可作为电气信息类专业专科生的电子技术实训教材。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术实验与课程设计/贾更新主编. —西安:西北工业大学出版社,2010.1

ISBN 978-7-5612-2715-2

I. 电… II. 贾… III. ①电子技术—实验—高等学校—教材②电子技术—课程设计—高等学校—教材 IV. TN-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 230977 号

出版发行:西北工业大学出版社

通信地址:西安市友谊西路 127 号 邮编:710072

电 话:(029)88493844 88491757

网 址:www.nwpup.com

印 刷 者:陕西向阳印务有限公司

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

印 张:14.875

字 数:362 千字

版 次:2010 年 1 月第 1 版 2010 年 1 月第 1 次印刷

定 价:22.00 元

前 言

本书是根据我国高等学校关于《电工电子实验教学示范中心电子技术实验教学大纲》要求编写的集实验、课程设计于一体的实践性教材,旨在强化学生基本技能的综合练习,加强电子电路工程设计的训练,使电子技术的实验教学目标定位在系统地、科学地培养学生的实践动手能力、理论联系实际的能力、工程实践能力与创新思维能力。全书分为电子技术基础实验和课程设计与安装调试两个部分。

第一部分电子技术基础实验,分模拟电子技术实验和数字电子技术实验(或数字逻辑与数字系统)两章,其中模拟电子技术实验有综合基础练习、集成运算放大器的基本应用及设计性实验等共 17 个实验,40 学时;数字电子技术实验有组合、时序逻辑电路的应用及设计,D/A、A/D 转换等共 16 个实验,40 学时。第二部分课程设计与安装调试,有音响放大器、电子秤、锁相环(频率合成器)、红外遥控系统、无线电遥控系统等 18 个课题。附录部分介绍了常用仪器的使用及电子元器件的识别和检测方法,本书特色表现在如下几个方面。

基础实验部分的特色:

(1)内容丰富。本书实验内容包含了普通高等教育“九五”国家教委重点教材《模拟电子技术基础》、《数字电子技术基础》、《数字逻辑及数字系统》等教学大纲要求的各主要章节内容,具有广阔的覆盖面和足够的实验项目,既体现学科的内涵,又对不同专业实验留有充分的选择余地。

(2)既体现基础性,又具有一定的先进性。在 33 项基础性实验中,单纯验证性实验被较大幅度地压缩,增加了实用性、综合性、设计性实验,其中设计性实验占总学时数的 35%左右,并且大部分实验项目触及了实用电路。元器件以集成电路为主,多数采用中规模电路,部分采用大规模电路。

(3)建立并实现了以学生为中心,以学生自我训练为主的实验教学模式。每项实验都较详细地介绍了测试方法和步骤,方便自学。该部分是根据不同专业实验教学要求,在原实验讲义的基础上进行改进后重新编写的。

课程设计与安装调试部分的特色:

(1)内容充实新颖。从小型课题到较大系统课题,从简单到复杂,既有模拟电路,又有数字电路以及它们的综合。器件选用中、大规模集成电路,从常用芯片到专用芯片。课题选择从课程设计一(音响放大器)到课程设计十八(无线电遥控系统),每项课题都提供设计思路、方法步骤及安装调试方法,并启发、引导学生从课程设计要求出发,进行方案选择、元器件选配以及安装调试等。

(2)工程实用性。所选课程设计的内容是作者在多年的教学、科研、生产等工作经验的基础上提炼出来的,具有工程实用价值,小型课题还可作为综合实验内容。

本书由贾更新任主编,具体编写分工如下:模拟电子技术实验中实验一~七由刘晓菊编写,实验八~十七由赵昕宇编写;数字电子技术实验中实验一~十由张文丙编写,实验十一~十六由戴启军编写。贾更新参与了其中设计性实验的编写。课程设计与安装调试部分课程设计一~九由戴启军编写,课程设计十~十四由赵昕宇编写,课程设计十五~十八由贾更新编写。附录部分由刘晓菊、张文丙编写。全书由贾更新负责统稿,刘晓菊负责书稿的打印和绘图。

本书在编写过程中,得到郑州大学电气学院、物理工程学院和信息工程学院有关领导、专家、教师的支持和指导,在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限,不足之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2009年8月

目 录

第一部分 电子技术基础实验

(一)模拟电子技术实验.....	3
实验一 综合基础练习.....	3
实验二 单管低频电压放大电路.....	5
实验三 RC耦合两级放大电路	9
实验四 场效应管放大电路	12
实验五 负反馈放大电路	16
实验六 差动放大电路	20
实验七 互补对称功率放大电路	23
实验八 RC正弦振荡器	27
实验九 集成运算放大器的基本应用(一)——基本运算电路	30
实验十 集成运算放大器的基本应用(二)——交流放大电路	35
实验十一 集成运算放大器的基本应用(三)——有源滤波器	39
实验十二 集成运算放大器的基本应用(四)——非线性应用	46
实验十三 串联稳压电源	50
实验十四 单级低频电压放大电路设计	56
实验十五 集成运算放大器的应用设计	57
实验十六 直流稳压电源设计	57
实验十七 可控整流电路	58
(二)数字电子技术实验	62
实验一 集成逻辑门电路及其应用	62
实验二 异或门、全加器及其应用.....	67
实验三 编码器、译码器及其应用.....	71
实验四 数据选择器及其应用	76
实验五 组合逻辑电路设计(一)	80
实验六 组合逻辑电路设计(二)	81
实验七 组合逻辑电路设计(三)	81

实验八	触发器及其应用	81
实验九	计数器及其应用	87
实验十	译码显示及其应用	92
实验十一	移位寄存器及其应用	97
实验十二	时序逻辑电路设计(一).....	101
实验十三	时序逻辑电路设计(二).....	102
实验十四	555 定时器及其应用	103
实验十五	数模(D/A)转换器.....	107
实验十六	模数(A/D)转换器.....	111

第二部分 课程设计与安装调试

课程设计一	音响放大器.....	118
课程设计二	函数发生器.....	127
课程设计三	密码电子锁.....	131
课程设计四	篮球竞赛 24 秒计时器	134
课程设计五	温度检测及控制电路.....	136
课程设计六	汽车尾灯控制.....	139
课程设计七	脉搏测量仪.....	141
课程设计八	彩灯控制器.....	143
课程设计九	多路智力竞赛抢答器.....	146
课程设计十	交通信号灯控制逻辑电路.....	150
课程设计十一	多功能数字石英钟电路.....	154
课程设计十二	数字频率计设计.....	161
课程设计十三	电子秤.....	167
课程设计十四	数字电压表.....	172
课程设计十五	集成锁相环的应用——频率合成器.....	179
课程设计十六	数字功率表.....	184
课程设计十七	红外遥控电路.....	189
课程设计十八	无线电遥控系统.....	200

附录.....	207
---------	-----

附录一	仪器介绍.....	207
附录二	常用电子元器件识别与检测.....	219
附录三	部分常用集成芯片.....	225

参考文献.....	232
-----------	-----

第一部分 电子技术基础实验

电子技术基础是电子工程技术基础性质的课程。加强基本工程实践技能的训练是十分必要的，因此实验是本课程教学任务中主要环节之一。

一、实验目的

- (1) 训练工程实践的基本技能。
- (2) 巩固、加深、扩大所学到的理论知识，培养运用基本理论分析解决实际问题的能力。
- (3) 培养实事求是、严肃认真、细致踏实的科学作风。
- (4) 熟悉电子电路中常用的元件、器件（组件）的性能，并能正确地选用。
- (5) 掌握常用电子仪器的正确使用方法，熟悉测量技术和调试方法。

二、实验要求

实验指导书中给出的实验个数和每个实验的内容是考虑到各专业的教学情况和要求编写的，由教师根据具体条件来确定，但应力争使实验的基本内容达到实验的基本要求。对实验技能的要求如下：

- (1) 正确熟练地使用万用表、晶体管毫伏级电压表、直流稳压电源；掌握示波器、信号发生器等电子仪器的使用方法。
- (2) 按电路图连接线路，能合理布线并能分析排除故障。
- (3) 能认真观察实验现象，正确读取数据；能合理地处理数据，正确书写实验报告及分析实验结果。
- (4) 要具有根据实验任务确定实验方案，设计实验线路，选择电子元、器件和仪器设备的初步能力。

三、实验前的准备

每次实验前必须仔细阅读实验讲义，明确本次实验的目的和要求，理解实验步骤和需要测试和记录的数据的意义；复习与实验内容有关的理论知识和仪器设备的使用方法。

四、实验中注意事项

- (1) 检查所用的元、器件及仪器设备是否齐全，是否完好，是否满足实验要求。
- (2) 认真检查实验电路的接线是否正确，有无断线及开焊现象。熟悉元件和器件的安装位置以便实验时能迅速准确地找到测量点。
- (3) 实验进行中，如发现有异常气味或危险现象，应立即切断电源并报告指导教师，排除故障后方可继续进行实验。
- (4) 要认真细致地测量数据和调整仪器，并注意设备安全和人身安全，对 220V 以上的市电进行操作时要特别小心，以免发生人身触电事故。

(5) 实验结束时应先切断电源但暂不拆线路，待认真检查实验结果没有遗漏和错误后再拆线。最后应将全部仪器设备和器材恢复原状，整理好导线和元、器件后方可离开实验室。

五、编写实验报告

实验后每个学生都应能独立进行总结，编写实验报告。报告包括如下内容：

- (1) 实验名称、日期、班级、实验者、同组者。
- (2) 使用的仪器设备的规格、实验线路图，并标明元、器件参数或型号。
- (3) 根据实验记录整理成数据表格或绘制出曲线、波形图等。
- (4) 对实验结果进行分析讨论，回答问题，对实验有何收获，有何改进意见等。
- (5) 实验报告必须按时交指导教师审批。

本书实验项目共有 33 个，读者可根据专业不同及教学大纲要求从中选择不同的内容来学习。书中带“*”号的实验内容，可根据实验设备情况选做。

(一) 模拟电子技术实验

实验一 综合基础练习

为了在实验时能够准确地测量数据、观察实验现象,就必须学会正确地使用这些仪器。这是一项重要的实验技能,以后每次实验都要反复进行这方面的练习。

一、实验目的

- (1) 学习或复习示波器、信号发生器、频率计、晶体管交流毫伏级电压表及直流稳压电源或恒压源的使用方法。
- (2) 熟悉用万用表辨别二极管和三级管等管脚的方法,并能判断它们的好坏。
- (3) 熟悉稳压管、发光二极管以及特殊二极管的性能和使用方法。
- (4) 学习识别各种类型的其他电子元件。
- (5) 熟悉电子技术实验装置的结构和有关使用方法。

二、实验内容和步骤

电子技术基础实验最常用的电子仪器有示波器、信号发生器、晶体管毫伏级电压表及直流稳压电源等,它们的主要用途及相互关系如图 1-1 所示。

1. 电子仪器使用练习(参看附录一)

(1) 将示波器电源接通预热 5 min,调节有关旋钮使荧光屏上出现扫描线,熟悉“辉度”、“聚焦”、“X 轴位移”、“Y 轴位移”等旋钮的作用。

(2) 启动信号发生器,调节其输出电压使其指示 1~5V,频率为 1kHz,用示波器观察其电压波形,熟悉“Y 轴衰减”、“Y 轴增幅”旋钮的作用。改变信号源频率,观察示波器显示情况。

(3) 当信号源频率一定时(1kHz),调节有关旋钮,使荧光屏上显示出的波形个数增加或减少(例如在荧光屏上得到 1, 3 或 6 个完整的正弦波),熟悉“扫描范围”及“扫描微调”旋钮的作用。

(4) 将信号源频率调为 100Hz, 1.5kHz, 15kHz,调节有关旋钮使波形清晰、稳定。熟悉“整步选择”、“整步增幅”旋钮的作用。

(5) 用示波器测量信号幅度,将“Y 轴选择”置于“CH₁”或“CH₂”通道,输入频率为 1kHz,

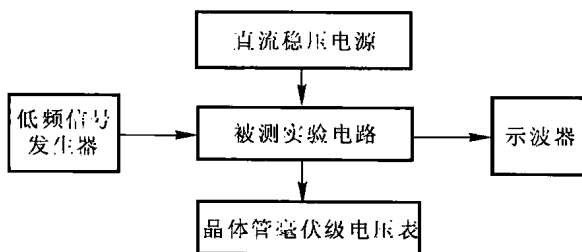


图 1-1 常用实验仪器连接框图

有效值为 2V 的正弦信号（从信号源中取得），“Y 轴增幅”旋至基准位置，“Y 轴衰减”开关分别在“0.5V/div”、“1V/div”、“2V/div”情况下，测幅度。

（6）用示波器测量信号周期。显示出中等幅度的正弦信号后，将“扫描微调”旋至校正位置,调整“扫描范围”（time/div），出现 2~3 个周期。利用水平位移，对好坐标尺，测量其周期。

（7）用晶体管毫伏级电压表测量信号发生器的输出电压。调节信号源“输出细调”旋钮，使其指示为 1V，将输出衰减开关分别置于 0dB，20dB，40dB 的位置，分别测量其对应的输出电压值。测量时，毫伏级电压表的量程要选择适当，以使读数准确。注意不要超过量程。

（8）用万用表直流电压挡测量稳压电源的输出电压，调节稳压电源粗调和细调旋钮，测量下列数值：1.3V，1.75V，2.95V，4.55V，14.8V。将稳压电源接正、负电源，分别测量±6V，±12V，±15V。

2. 二极管、三极管等极性的判别和测试

在模拟实验箱中找到有关元件。

（1）极性判断。在实验箱中找到二极管 2AP 系列、2CP 系列、单向稳压管（2CW）和双向稳压管(2DW)及三极管(3DG 和 3CG)，用万用表的电阻挡（1kΩ 挡）或数字万用表二极管挡进行测量和判断。

（2）稳压二极管的测试。先选择单向稳压管。按图 1-2(a)接好线路，选单向稳压管 2CW53，调节稳压电源输出电压，使 U_{CC} 分别为 9V，12V，14V，15V，用万用表测出相应的输出电压 U_o 。计算出相应的电流，结果填入表 1-1 中。再换为双向稳压管 2DW7，重复上述过程。表格自拟。

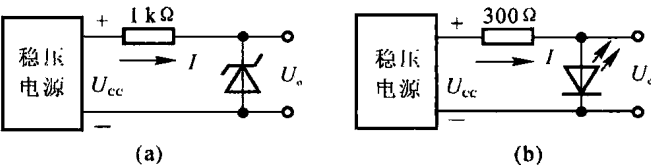


图 1-2 特殊二极管测试

表 1-1 稳压二极管测试

U_{CC}/V	9	12	14	15
I/mA				
U_o/V				

表 1-2 发光二极管测试

U_{CC}/V	3	4	5
I/mA			
U_o/V			
亮度情况			

（3）发光二极管测试。在实验箱中找到红（绿）发光二极管，按图 1-2（b）接好线路，调节稳压电源输出电压分别为 3V，4V，5V，测出管子端电压，计算电流并观察亮度变化。结果填入表 1-2 中。

3. 电阻、电容判断和测量（参看附录二）

三、注意事项

（1）使用仪器时，首先要了解各个旋钮的作用，调节旋钮时不要用力过大，注意旋钮的极限位置。

- (2) 使用毫伏级电压表时要从高挡到低挡逐次调节，不使用时放高挡位置。
- (3) 使用万用表时注意换挡和量程转换，不能在电阻挡测电压。

四、思考题

(1) 说明使用示波器观察波形时，为达到下列要求，调节哪些旋钮。

- 1) 波形清晰且亮度适当。
- 2) 波形在荧光屏中央且大小适中。
- 3) 波形完整。
- 4) 波形稳定。

(2) 说明用示波器观察正弦电压时，若荧光屏上分别出现如图 1-3 所示的情形是哪些旋钮位置不对？应如何调节？

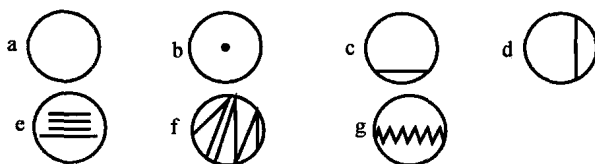


图 1-3 示波器各种显示情况

(3) 稳压二极管在正常工作条件下限流电阻取值应满足什么条件？

五、实验报告要求

- (1) 整理实验测试数据。
- (2) 总结用万用表测试二极管、三极管的方法。
- (3) 回答思考题。

实验二 单管低频电压放大电路

一、实验目的

- (1) 观察并测量静态工作点对放大倍数和输出波形的影响。
- (2) 掌握放大电路的一般测试方法。
- (3) 进一步练习常用电子仪器的使用方法。

二、实验原理

1. 单管低频放大实验电路

如图 2-1 所示，T 为 3DG6， $\beta=50\sim80$ 。

2. 放大电路静态工作点的测试原理

静态工作点是指当输入信号 $u_i=0$ 时，电路的直流状态参数 I_B ， I_C ， U_{CE} 。调节 R_P 可改变静态工作点。 I_B ， I_C ， U_{CE} 可由下式计算出：

$$I_B = \frac{E_C - U_{BE}}{R_B}$$

其中, $R_B = R_P + R_b$, $U_{BE} = 0.7V$, $I_C = \beta I_B$, $U_{CE} = E_C - I_C R_C$ 。

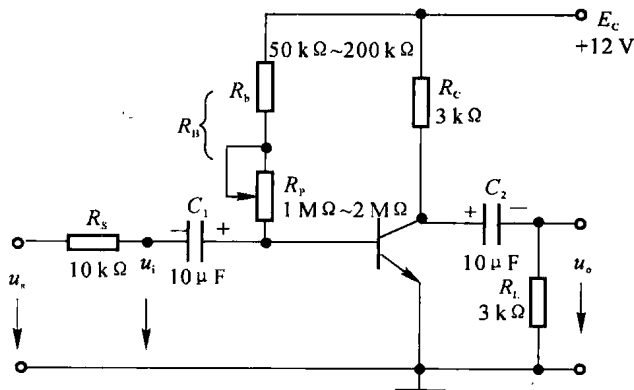


图 2-1 单级低频放大电路

由原理可知, 当 $R_P \uparrow \rightarrow I_B \downarrow \rightarrow I_C \downarrow \rightarrow U_{CE} \uparrow$; 反之亦反。如果静态 I_C 调得太高或太低, 当输入加入正弦信号 u_i 后, 则输出信号 u_o 波形将产生饱和或截止失真。

3. 放大电路动态参数测试原理

静态工作点调试正确后, 在输入端加正弦信号进行动态测试。由放大电路工作原理可知, 在电路内部是交流信号叠加在静态工作点上发生变化, 电容 C_1 , C_2 在电路中起到隔直通交的作用。测试动态参数、电压放大倍数、输入电阻和输出电阻时, 必须在输出信号 u_o 波形不失真的情况下进行测试。

图 2-2 为简化 h 微变等效电路。由图可知电压放大倍数为 $A_u = \frac{u_o}{u_i}$ 。不接负载电阻 R_L 时,

$A_{u0} = -\beta \frac{R_C}{r_{be}}$; 接上负载 R_L 后, $A_u = -\beta \frac{R'_L}{r_{be}}$ 。其中,

$$R'_L = R_C // R_L, \quad r_{be} = 200 + (1 + \beta) \frac{26}{I_E}$$

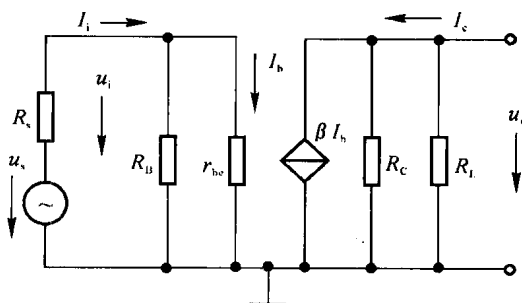


图 2-2

输入电阻定义为

$$R_i = \frac{u_i}{I_i} = R_B // r_{be} \approx r_{be}$$

其中， $R_B=R_P+R_b$ 。用实验方法测 R_i ，等效电路如图 2-3 所示，可知

$$R_i = \frac{u_i}{u_s - u_i} R_s$$

输出电阻定义为：放大电路输出信号源内阻， $R_o \approx R_C$ 。用实验方法测 R_o ，等效电路如图 2-4 所示，可知

$$R_o = \frac{u_o' - u_o}{u_o} R_L$$

式中， u_o' 为不接 R_L 时的输出电压， u_o 为接入 R_L 时的输出电压。

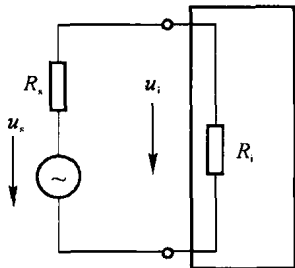


图 2-3 测输入电阻等效电路

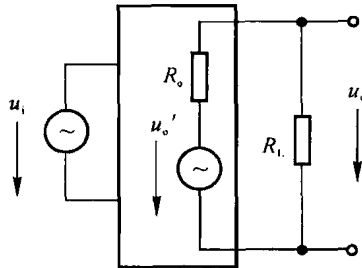


图 2-4 测输出电阻等效电路

三、实验内容和步骤

1. 接好线路

按电路图 2-1 接好线路，认真检查无误后接入电源。

2. 测静态工作点

调节 R_P ，使 $U_{CE} = 6 \sim 8V$ 左右，用万用表直流电压挡分别测出三极管各电极的直流电位 U_B ， U_C ， U_E ，计算 I_C ， β （见表 2-1）。

表 2-1 静态工作点测试值

测试值			由测试值计算			
U_B	U_C	U_E	U_{BE}	U_{CE}	I_C	β

3. 测放大电路动态参数 A_u ， R_i ， R_o

在上述静态条件下，由信号源输入 $f=1kHz$ 的正弦信号，用示波器观察输出电压 u_o 波形。

调节信号源输出电压（放大器的输入电压 u_i ），保证在不失真的情况下，用晶体管毫伏级电压表分别测量 u_s ， u_i ， u_o 的值。然后去掉 R_L ，在保持 u_i 不变的条件下再测。根据测量结果，列表计算（见表 2-2、表 2-3、表 2-4）。

表 2-2 电压放大倍数的测试

测试条件		测试值			由测试值计算		理论计算
I_C	R_L	u_i	u_o	u'_o	$A_u = \frac{u_o}{u_i}$	r_{be}	A_u
给定	∞						$A_{u0} =$
	$3k\Omega$						$A_u =$

表 2-3 输入电阻测试

测试条件	测试值		由测试值计算	理论计算
I_C	u_i	u_s	$R_i = \frac{u_i}{u_s - u_i} R_s$	$R_i \approx r_{be}$
给定				

表 2-4 输出电阻测试

		测试值		由测试值计算	理论计算
I_C	R_L	u_o	u'_o	$R_o = \frac{u'_o - u_o}{u_o} R_L$	$R_o \approx R_c$
给定	$3k\Omega$				

4. 观察静态工作点对输出波形失真的影响

为了明显地观察失真情况，将 R_s 短路加大 u_i ，使 $u_i = 20 \sim 40\text{mV}$ ，用示波器观察输出波形结果填入表 2-5 中。

- 保持上述 u_i 不变，调 R_P 使 R_B 最小，记下 u_o 失真波形，同时测 U_B ， U_C 直流电位。
- 仍保证 u_i 不变，调 R_P 使 R_B 最大，记下 u_o 失真波形，同时测 U_B ， U_C 直流电位。

表 2-5 输出波形失真时的静态测试

测试条件		测试值		由测试值计算			失真波形	失真意义
u_i	R_B	U_B	U_C	U_{BE}	U_{CE}	I_C		

5. 静态工作点变化对电压放大倍数的影响（见表 2-6）

当 u_i 一定时，在保证输出波形不失真的情况下，静点的改变会改变电压放大倍数（其他参数不变）。

输入信号 $f = 1\text{kHz}$ ， $u_i = 5\text{mV}$ ，用示波器监视输出波形。调节 R_P ，使静态的值 U_C 分别为

9V($I_C = 1\text{mA}$), 7.5V($I_C = 1.5\text{mA}$)时, 用交流毫伏级电压表测出相应的输出电压 u_o , 分别计算 A_u 值。并将结果填入表 2-6。

表 2-6 静态工作点变化对 A_u 影响测试

测试条件		静态测试		动态测试	计算	A_u 变化
u_i	输出波形	U_C	I_C	u_o	A_u	
5mV	不失真					

6. 最大不失真幅度的测量

调节 R_P , 建立一个合适的静态工作点。调节信号源输出电压使 u_i 逐渐增大, 用示波器观察输出波形, 当波形将要失真而不失真时, 用交流毫伏级电压表测此时的输出电压 u_o 值。

四、注意事项

- (1) 测量电路时, 应将所有用到的仪器地线和电路的地线相连接。
- (2) 使用晶体管毫伏级电压表测量信号电压时要校准。

五、思考题

- (1) R_B 不拔下来, 直接在电路中可以测 R_B 吗?
- (2) 在测静态时, 发现 $U_C \approx E_C$, 应检查哪些元件?
- (3) 若采用 PNP 型三极管, 饱和失真和截止失真分别是上部失真还是下部失真?

六、实验报告要求

- (1) 整理测量数据列出表格。
- (2) 总结静态工作点对输出波形、放大倍数的影响。
- (3) 将 A_u , R_i , R_o 的理论值与实测值进行比较, 并分析误差原因。
- (4) 回答思考题。

实验三 RC 耦合两级放大电路

一、实验目的

- (1) 学习多级放大电路的测试方法。
- (2) 熟悉多级放大电路的级间影响。
- (3) 学习放大电路频率特性的测试方法。

二、实验原理

1. 实验电路

实验电路如图 3-1 所示。元件参考数值: $R_1=2\text{k}\Omega$, $R_2=R_3=10\text{k}\Omega$, $R_{P1}=100\text{k}\Omega$, $R_4=2\text{k}\Omega$,

$R_5=100\Omega$, $R_6=1k\Omega$, $R_7=1.5k\Omega$, $R_8=R_9=10k\Omega$, $R_{p2}=100k\Omega$, $R_{10}=2.7k\Omega$, $R_{11}=51\Omega$, $R_{12}=1k\Omega$, $R_{13}=3.6k\Omega$, $C_1=C_3=C_5=10\mu F$, $C_4=C_6=100\mu F$, $C_2=220\mu F$ 。

2. 基本原理

阻容耦合多级放大电路由于耦合电容的隔直作用，各级静态工作点互相独立、互不影响，这样测量各级静态工作点与单管放大电路相同，用万用表直流电压挡测各三极管各电极的直流电位。各极静态工作点的选取原则总的要求是信号工作在三极管的放大区，在给定输入信号作用下，输出电压波形不失真。一般前级电流 (I) 选小些，可选 $0.5\sim 1mA$ 或根据最大不失真输出要求进行调试。

对交流信号而言，由于电容的通交作用（对于给定的信号频率选择足够大的电容，其容抗可忽略），其交流微变等效电路如图 3-2 所示。

由等效电路可知：第一级的输出电压就是第二级的输入电压，即 $u_{o1}=u_{i2}$ ，第二级的输出电压就是整体的输出电压即 $u_{o2}=u_o$ 。总的电压放大倍数等于各级电压放大倍数的乘积，即 $A_u=A_{u1}A_{u2}$ 。由于第二级的输入电阻就是第一级的负载，因此接入第二级后第一级的电压放大倍数比不接第二级时要减小。

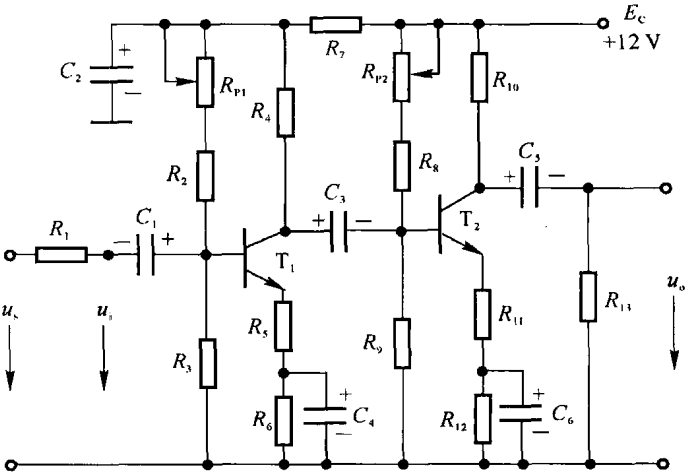


图 3-1 两级放大电路

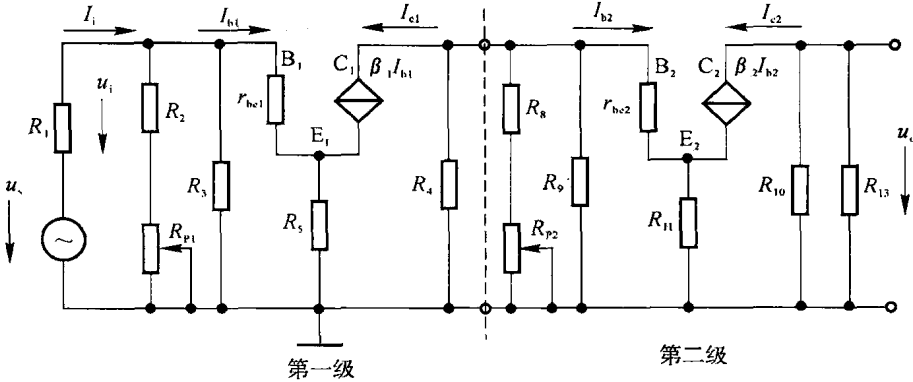


图 3-2 微变等效电路

由等效电路可知，多级放大电路的输入电阻就是第一级的输入电阻，多级放大电路的输出