

XINSHIJI DIANGONG DIANZI SHIYAN XILIE GUIHUA JIAOCAI

新世纪电工电子实验系列规划教材

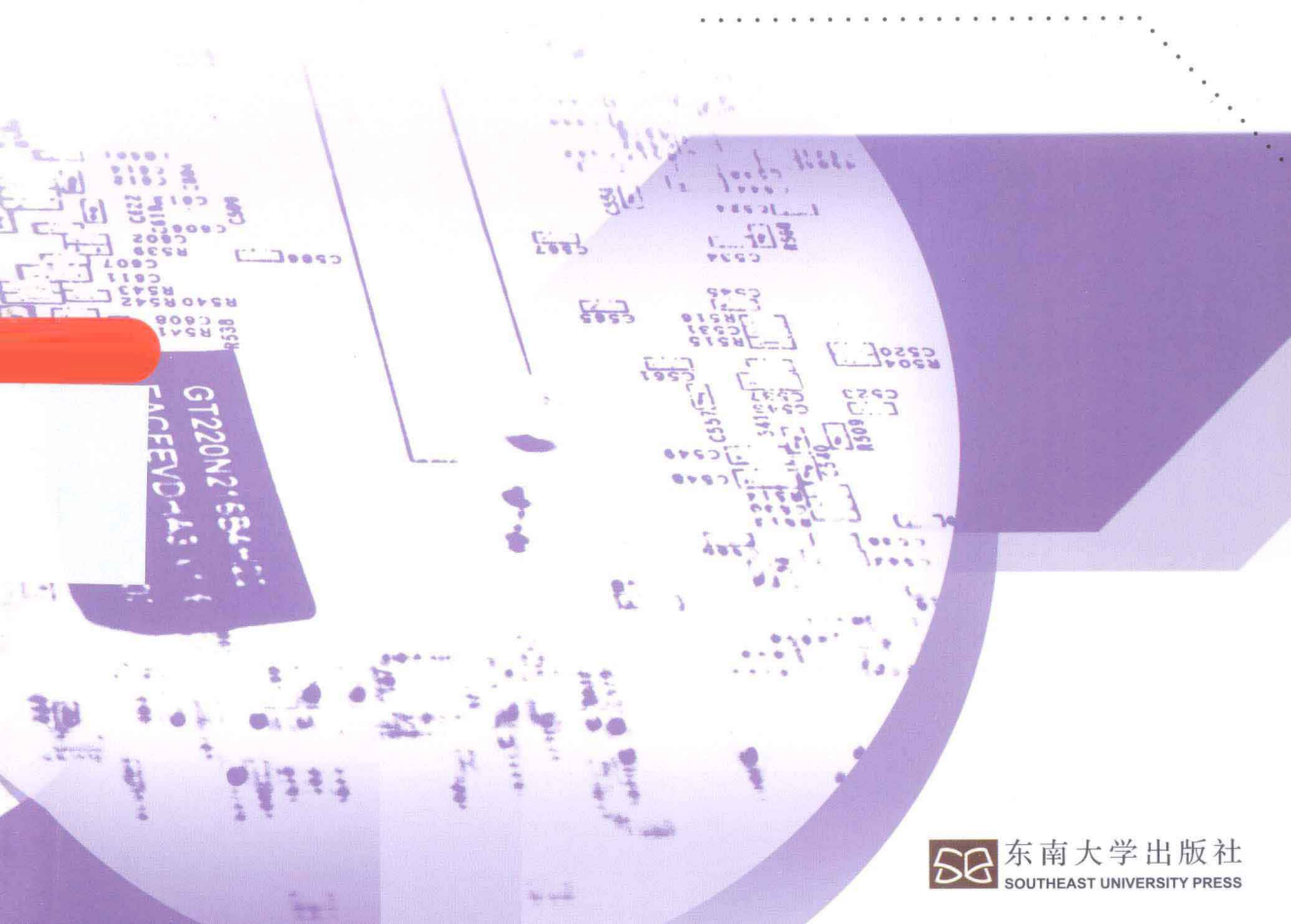
(第2版)

DIANZI JISHU SHIYAN JI KECHENG SHEJI 电子技术实验及课程设计

主 编◎葛年明

副主编◎周 泉 李桂安

.....



东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

新世纪电工电子实验系列规划教材

电子技术实验及课程设计

(第2版)

主 编 葛年明

副主编 周 泉 李桂安

东南大学出版社

内 容 简 介

本书是根据高等学校理工科本科生的电子技术实验基本教学要求编写的。

全书分为三个部分和三个附录。第一部分是模拟电子技术实验,第二部分是数字电子技术实验,第三部分是课程设计,附录分别为半导体分立器件,半导体集成电路、常用数字集成电路的引脚排列和 TDO3062B 数字示波器使用说明。

本书基于理论与实践并重的思想,在内容的安排上不仅注重实验原理的阐述,同时注重对学生基础实验技能的训练以及综合性和设计性实验能力的培养。书中编写的模拟电子技术实验、数字电子技术实验及课程设计内容,使用时可根据教学时数及需要灵活选用。

本书可作为高等院校电气类、电子信息类、计算机类和机电一体化等专业本、专科学生电子技术实验教材,也可供从事电子工程设计和研制的技术人员参考之用。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术实验及课程设计 / 葛年明主编. —2 版. —南京:东南大学出版社,2013. 12

新世纪电工电子实验系列规划教材

ISBN 978 - 7 - 5641 - 4663 - 4

I. ①电… II. ①葛… 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. ①TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 283635 号

电子技术实验及课程设计(第 2 版)

出版发行 东南大学出版社

出 版 人 江建中

社 址 南京市四牌楼 2 号

邮 编 210096

经 销 全国各地新华书店

印 刷 南京京新印刷厂

开 本 787 mm×1092 mm 1/16

印 张 13.75

字 数 352 千字

版 次 2008 年 8 月第 1 版 2013 年 12 月第 2 版

印 次 2013 年 12 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978 - 7 - 5641 - 4663 - 4

印 数 1—3000 册

定 价 29.00 元

(本社图书若有印装质量问题,请直接与营销部联系。电话:025-83791830)

第2版前言

为适应21世纪高等学校培养应用型人才战略,加强学生实践能力和创新能力的培养,我校电类各专业统一开设了电工电子系列基础实践课程。该系列基础实践课程主要有“电工基础实验”、“电工电子实习”、“模拟电子技术实验”、“数字电子技术实验”四门课程组成,本书为后两门课程的教材,其内容包括“模拟电子技术实验”、“数字电子技术实验”以及“电子技术课程设计”。

电子技术基础是很多专业的专业基础课,也是实践性很强的课程。“模拟电子技术实验”、“数字电子技术实验”作为电子技术基础课程的实践性环节,对培养学生实践能力和创新能力起很重要的作用。考虑到电子技术学科的发展以及实际教学需要,在第2版的内容上作了如下的更新与调整:

(1) 对基础实验部分的实验内容进行适当的增加,使教学过程中选择实验内容可以更加灵活,这样既符合了教学规律,也满足不同专业、不同要求学生的需要。

(2) 在课程设计部分删除了相对较陈旧内容,增加了几个新的设计内容,如电子密码锁、数字多用表设计等,选题更加注重实用性,着重培养学生的综合应用、工程设计能力和创新能力,同时也为实验室的开放提供丰富的选题。

(3) 随着实验教学不断发展,教学仪器也在趋向数字化,因此在附录里增加了数字示波器的使用说明,这样可以帮助学生进行自学,快速掌握实验仪器的使用。

本书保持了第1版的编排格式和主要特点,如便于自学、注重深入浅出、实用性强等。同时在不少实验中都增加了内容,教师可以根据自己具体的教学安排,因材施教,合理安排实验内容,增强课堂教学效果。

本书由葛年明、周泉、李桂安三人共同编写,其中葛年明编写第三部分的课程设计3.3、3.6~3.11、3.15、3.16、附录D以及前言部分;周泉编写第三部分的课程设计3.1、3.2、3.12~3.14部分,李桂安编写第一、第二部分,第三部分的课程设计3.4、3.5以及附录A、B、C部分。全书由葛年明负责统编与定稿。电工电子实验中心的其他教师在本书编写过程中,给予了大力支持与帮助,并提出许多宝贵的意见,谨此表示诚挚的感谢。

由于时间仓促以及编者的水平所限,书中难免有疏误之处,恳请广大读者提出批评与改进意见。

编者

2013年10月于三江学院

目 录

第一部分 模拟电子技术实验	(1)
1.1 (实验 1) 单级低频电压放大器	(1)
1.1.1 实验目的	(1)
1.1.2 实验原理	(1)
1.1.3 实验内容	(3)
1.1.4 预习要求	(5)
1.1.5 思考题	(5)
1.1.6 实验仪器和器材	(6)
1.2 (实验 2) 场效应管放大器	(6)
1.2.1 实验目的	(6)
1.2.2 实验原理	(6)
1.2.3 实验内容	(8)
1.2.4 预习要求	(9)
1.2.5 思考题	(9)
1.2.6 实验仪器和器材	(10)
1.3 (实验 3) 差动放大器	(10)
1.3.1 实验目的	(10)
1.3.2 实验原理	(10)
1.3.3 实验内容	(12)
1.3.4 预习要求	(14)
1.3.5 思考题	(14)
1.3.6 实验仪器和器材	(14)
1.4 (实验 4) 负反馈放大器	(15)
1.4.1 实验目的	(15)
1.4.2 实验原理	(15)
1.4.3 实验内容	(16)
1.4.4 预习要求	(18)
1.4.5 思考题	(18)
1.4.6 实验仪器和器材	(19)
1.5 (实验 5) 集成运算放大器的线性应用	(19)
1.5.1 实验目的	(19)
1.5.2 实验原理	(19)
1.5.3 实验内容	(22)
1.5.4 预习要求	(23)
1.5.5 思考题	(23)
1.5.6 实验仪器和器材	(24)

1.6 (实验6) 有源滤波器	(24)
1.6.1 实验目的	(24)
1.6.2 实验原理	(24)
1.6.3 实验内容	(27)
1.6.4 预习要求	(28)
1.6.5 思考题	(28)
1.6.6 实验仪器和器材	(28)
1.7 (实验7) 电压比较器	(29)
1.7.1 实验目的	(29)
1.7.2 实验原理	(29)
1.7.3 实验内容	(31)
1.7.4 预习要求	(32)
1.7.5 思考题	(32)
1.7.6 实验仪器和器材	(32)
1.8 (实验8) 波形产生电路	(32)
1.8.1 实验目的	(32)
1.8.2 实验原理	(32)
1.8.3 实验内容	(36)
1.8.4 预习要求	(36)
1.8.5 思考题	(37)
1.8.6 实验仪器和器材	(37)
1.9 (实验9) 集成功率放大器	(37)
1.9.1 实验目的	(37)
1.9.2 实验原理	(37)
1.9.3 实验内容	(40)
1.9.4 预习要求	(41)
1.9.5 思考题	(41)
1.9.6 实验仪器和器材	(41)
1.10 (实验10) 直流稳压电源	(41)
1.10.1 实验目的	(41)
1.10.2 实验原理	(41)
1.10.3 实验内容	(44)
1.10.4 预习要求	(46)
1.10.5 思考题	(46)
1.10.6 实验仪器和器材	(46)
第二部分 数字电子技术实验	(47)
2.1 (实验1) 基本门电路的逻辑功能	(47)
2.1.1 实验目的	(47)
2.1.2 实验原理	(47)
2.1.3 实验内容	(48)
2.1.4 预习要求	(50)

2.1.5 思考题	(50)
2.1.6 实验仪器和器材	(50)
2.2 (实验 2) TTL 集电极开路门和三态门	(50)
2.2.1 实验目的	(50)
2.2.2 实验原理	(51)
2.2.3 实验内容	(54)
2.2.4 预习要求	(55)
2.2.5 思考题	(55)
2.2.6 实验仪器和器材	(55)
2.3 (实验 3) 组合逻辑电路	(56)
2.3.1 实验目的	(56)
2.3.2 实验原理	(56)
2.3.3 实验内容	(57)
2.3.4 预习要求	(58)
2.3.5 思考题	(58)
2.3.6 实验仪器和器材	(58)
2.4 (实验 4) 数据选择器和译码器	(59)
2.4.1 实验目的	(59)
2.4.2 实验原理	(59)
2.4.3 实验内容	(61)
2.4.4 预习要求	(62)
2.4.5 思考题	(62)
2.4.6 实验仪器和器材	(62)
2.5 (实验 5) 全加器	(63)
2.5.1 实验目的	(63)
2.5.2 实验原理	(63)
2.5.3 实验内容	(65)
2.5.4 预习要求	(66)
2.5.5 思考题	(66)
2.5.6 实验仪器和器材	(66)
2.6 (实验 6) 触发器	(66)
2.6.1 实验目的	(66)
2.6.2 实验原理	(66)
2.6.3 实验内容	(68)
2.6.4 预习要求	(71)
2.6.5 思考题	(72)
2.6.6 实验仪器和器材	(72)
2.7 (实验 7) 计数器、译码器和数码显示器	(72)
2.7.1 实验目的	(72)
2.7.2 实验原理	(72)
2.7.3 实验内容	(75)

2.7.4	预习要求	(76)
2.7.5	思考题	(76)
2.7.6	实验仪器和器材	(76)
2.8 (实验8)	移位寄存器	(76)
2.8.1	实验目的	(76)
2.8.2	实验原理	(76)
2.8.3	实验内容	(80)
2.8.4	预习要求	(82)
2.8.5	思考题	(82)
2.8.6	实验仪器和器材	(82)
2.9 (实验9)	555 定时器及其应用	(82)
2.9.1	实验目的	(82)
2.9.2	实验原理	(82)
2.9.3	实验内容	(86)
2.9.4	预习要求	(87)
2.9.5	思考题	(87)
2.9.6	实验仪器和器材	(87)
2.10 (实验10)	D/A 转换器和 A/D 转换器	(87)
2.10.1	实验目的	(87)
2.10.2	实验原理	(87)
2.10.3	实验内容	(90)
2.10.4	预习要求	(92)
2.10.5	思考题	(92)
2.10.6	实验仪器和器材	(92)
第三部分	课程设计	(93)
3.1 (课程设计1)	函数发生器	(93)
3.1.1	设计任务和指标	(93)
3.1.2	设计原理	(93)
3.1.3	调试要点	(95)
3.1.4	设计要求	(95)
3.2 (课程设计2)	直流稳压电源	(95)
3.2.1	设计任务和指标	(95)
3.2.2	设计原理	(95)
3.2.3	设计方法	(97)
3.2.4	安装和调试要点	(99)
3.2.5	设计要求	(100)
3.3 (课程设计3)	数字逻辑信号测试器	(101)
3.3.1	设计任务和指标	(101)
3.3.2	工作原理	(101)
3.3.3	单元电路参数计算	(103)
3.3.4	调试要点	(104)

3.3.5 设计要求	(104)
3.4 (课程设计4) 集成电路高保真扩音机	(104)
3.4.1 设计任务和指标	(104)
3.4.2 设计原理和参考电路	(105)
3.4.3 设计举例	(112)
3.4.4 电路的安装、调试和主要技术指标的测量	(114)
3.4.5 设计要求	(116)
3.5 (课程设计5) 温度控制电路	(116)
3.5.1 设计任务和指标	(116)
3.5.2 设计原理和参考电路	(116)
3.5.3 调试要点	(118)
3.5.4 设计要求	(119)
3.6 (课程设计6) 语音放大电路	(119)
3.6.1 设计任务和指标	(119)
3.6.2 设计原理和参考电路	(120)
3.6.3 调试要点	(122)
3.6.4 设计要求	(123)
3.7 (课程设计7) 数字电子钟	(123)
3.7.1 设计任务和指标	(123)
3.7.2 设计原理和参考电路	(123)
3.7.3 调试要点	(128)
3.7.4 设计要求	(128)
3.8 (课程设计8) 定时器	(128)
3.8.1 设计任务和指标	(128)
3.8.2 设计原理和参考电路	(129)
3.8.3 调试要点	(133)
3.8.4 设计要求	(133)
3.9 (课程设计9) 数字毫秒计	(133)
3.9.1 设计任务和指标	(133)
3.9.2 设计原理和参考电路	(134)
3.9.3 调试要点	(136)
3.9.4 设计要求	(137)
3.10 (课程设计10) 智力竞赛抢答器	(137)
3.10.1 设计任务和指标	(137)
3.10.2 设计原理和参考电路	(137)
3.10.3 调试要点	(141)
3.10.4 设计要求	(141)
3.11 (课程设计11) 简易数控直流稳压电源	(142)
3.11.1 设计任务和指标	(142)
3.11.2 设计原理和参考电路	(142)
3.11.3 调试要点	(145)

3.11.4 设计要求	(146)
3.12 (课程设计 12) 交通灯定时控制系统	(146)
3.12.1 设计任务和指标	(146)
3.12.2 设计原理和参考电路	(147)
3.12.3 调试要点	(149)
3.12.4 设计要求	(151)
3.13 (课程设计 13) 数字电容测试仪	(152)
3.13.1 设计任务和指标	(152)
3.13.2 设计原理和参考电路	(152)
3.13.3 调试要点	(154)
3.13.4 设计要求	(154)
3.14 (课程设计 14) 家用电风扇控制逻辑电路设计	(155)
3.14.1 设计任务和指标	(155)
3.14.2 设计原理	(156)
3.14.3 参考电路	(158)
3.14.4 调试要点	(160)
3.14.5 设计要求	(161)
3.15 (课程设计 15) 电子密码锁	(161)
3.15.1 设计任务和指标	(161)
3.15.2 设计原理和参考电路	(162)
3.15.3 调试要点	(164)
3.15.4 设计要求	(165)
3.16 (课程设计 16) 数字式多用表	(165)
3.16.1 设计任务和指标	(165)
3.16.2 设计原理和参考电路	(165)
3.16.3 调试要点	(170)
3.16.4 设计要求	(171)
附录	(172)
附录 A 半导体分立器件	(172)
附录 B 半导体集成电路	(178)
附录 C 常用数字集成电路的引脚排列	(189)
附录 D TDO3062B 数字存储示波器	(196)
参考文献	(210)

第一部分 模拟电子技术实验

1.1(实验 1) 单级低频电压放大器

1.1.1 实验目的

(1) 掌握单级晶体管电压放大器静态工作点的设置与调整方法,熟悉放大器的主要性能指标及其测试方法。

(2) 掌握示波器、直流稳压电源、交流毫伏表、函数发生器和电子技术实验箱等仪器设备的使用方法。

1.1.2 实验原理

单级电压放大器有共发射极、共集电极和共基极三种基本组态,分压式偏置共发射极放大器是一种应用最为广泛的放大器,电路如图 1.1.1 所示。

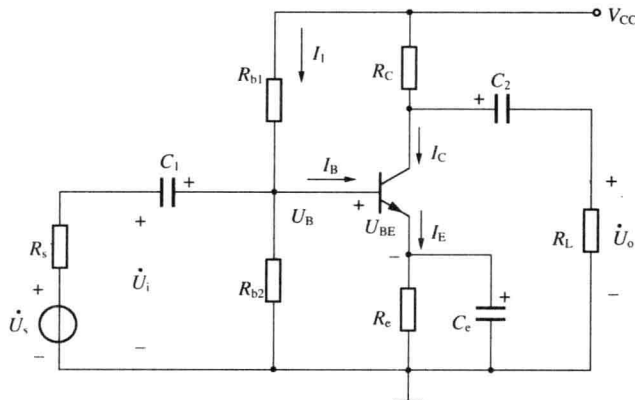


图 1.1.1 分压式偏置共发射极放大器

该电路具有稳定静态工作点的能力,它的静态工作点 Q 主要由 R_{b1} 、 R_{b2} 、 R_e 和电源电压 V_{CC} 所决定。在实际情况下,为使 Q 点稳定,应保证 $I_1 \gg I_B$ 及 $U_B \gg U_{BE}$,一般可选取:

$$\begin{cases} I_1 = (5 \sim 10) I_B (\text{硅管}) \\ I_1 = (10 \sim 20) I_B (\text{锗管}) \\ U_B = (3 \sim 5) V (\text{硅管}) \\ U_B = (1 \sim 3) V (\text{锗管}) \end{cases}$$

电路的静态工作点可由下式决定:

$$U_B = \frac{R_{b2}}{R_{b1} + R_{b2}} V_{CC}$$

$$I_C \approx I_E = \frac{U_B - U_{BE}}{R_e}$$

放大器若为了有最大不失真输出电压,静态工作点 Q 应设置在交流负载线的中间,若静态工作点 Q 选择得太高,就会出现饱和失真,如果静态工作点 Q 选择得太低,就会产生截止失真,如图 1.1.2 所示。

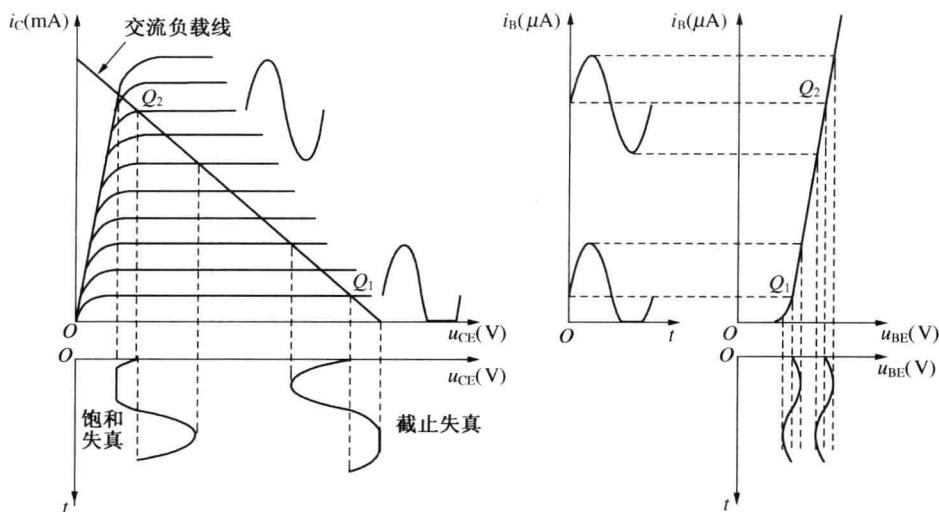


图 1.1.2 静态工作点不合适,引起输出波形失真

对于小信号电压放大器,一般选择 $I_C = (0.5 \sim 2) \text{mA}$ 。

放大器的主要技术指标有电压放大倍数 A_u 、输入电阻 R_i 、输出电阻 R_o 及频率响应(上限频率 f_H , 下限频率 f_L)。图 1.1.1 所示放大电路各技术指标的计算式与测试方法如下。

1) 电压放大倍数 A_u

$$\dot{A}_u = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} = \frac{-\beta R'_L}{r_{be}}$$

式中: $R'_L = R_C // R_L$; $r_{be} = 200 + (1 + \beta) \frac{26 \text{ (mV)}}{I_E \text{ (mA)}} \text{ (}\Omega\text{)}$ 。

电压放大倍数 A_u 的测量是在输出波形不失真的条件下(若失真,应减小输入电压的数值),测出放大器的输入电压、输出电压的有效值 U_i 和 U_o (或峰值 U_{im} 和 U_{om}), 则

$$A_u = \frac{U_o}{U_i} = \frac{U_{om}}{U_{im}}$$

2) 输入电阻 R_i

$$R_i = R_{b1} // R_{b2} // r_{be}$$

输入电阻 R_i 的大小反映放大器从信号源吸取电流的大小,输入电阻越大,则放大器从信号源吸取的电流就越小。

输入电阻的 R_i 测量可以采用串联采样电阻法,测量电路如图 1.1.3 所示。在信号源和放大器输入端之间串联一个已知电阻 R , 测出信号源电压 U_s 和放大器

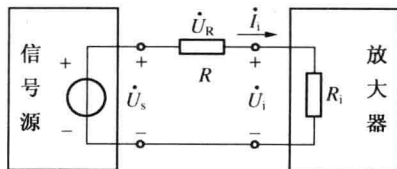


图 1.1.3 用串联采样电阻法测量 R_i 的原理图

输入电压 U_i , 则

$$R_i = \frac{U_i}{I_i} = \frac{U_i}{(U_s - U_i)/R} = \frac{U_i}{U_s - U_i} R$$

3) 输出电阻 R_o 。

$$R_o = R_c$$

放大器输出电阻的大小反映它带负载的能力, 输出电阻越小, 带负载能力就越强。

放大器输出电阻的测量方法如图 1.1.4 所示。在放大器输入端加一信号电压 U_s , 在输出波形不失真的情况下, 分别测量出已知负载 R_L 未接入(即放大器空载)时的输出电压 U'_o 和 R_L 接入时的输出电压 U_o , 则

$$R_o = \frac{U'_o - U_o}{U_o/R_L} = \left(\frac{U'_o}{U_o} - 1 \right) R_L$$

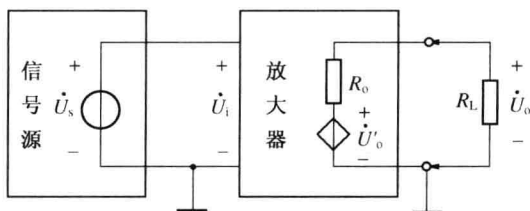


图 1.1.4 测量 R_o 的原理图

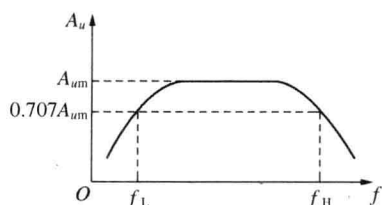


图 1.1.5 共射放大器的幅频特性

4) 频率响应

放大器的幅频特性如图 1.1.5 所示, 随着信号频率 f 的增大或减小, 放大器的电压放大倍数 A_u 比中频电压放大倍数 A_{um} 会减小, 通常称放大倍数减小到中频放大倍数的 0.707 倍时, 所对应的信号频率为上限频率 f_H 和下限频率 f_L 。放大器的带宽为 $f_{BW} = f_H - f_L$ 。

一般采用逐点法测量放大器的幅频特性。测量时, 保持输入信号电压 U_i 数值不变, 改变信号的频率, 用交流毫伏表(或示波器)测出输出电压 U_o 的数值, 由 $A_u = U_o/U_i$ 计算出不同频率下的电压放大倍数后, 将结果画在半对数坐标纸上, 横坐标频率 f 按对数分度, 纵坐标 A_u 按线性分度, 即可作出幅频特性曲线。

若只要求测出放大器的带宽 f_{BW} , 即只要测出放大器的上限频率 f_H 和下限频率 f_L , 其方法如下: 固定输入电压 U_i 在某一数值, 首先测出放大器在中频(信号频率 $f = 1 \text{ kHz}$)时的输出电压 U_o , 然后升高信号频率, 直至输出电压降到 $0.707U_o$ 为止, 此时该频率即为 f_H 。同样, 降低信号频率, 直至输出电压下降到 $0.707U_o$ 为止, 此时该频率即为 f_L 。

1.1.3 实验内容

1) 调整和测量放大器静态工作点

按图 1.1.6 所示电路及参数, 在电子技术电路实验箱上连接好放大器电路。

连接电路时应注意: ① 电解电容为有极性电容, 其正极应接在高电位, 负极接于低电位, 不能接反。② 用万用表欧姆挡检查放大器电源 V_{CC} 与接地点之间不应有短路现象, 然后再接上电源。

调节 R_P , 使三极管发射极电位 $U_E = 1 \text{ V}$, 即调整该放大电路静态工作电流 $I_C = U_E/R_E$ 。

$=1\text{ V}/1\text{ k}\Omega=1\text{ mA}$, 测量此时的 U_B 、 U_C , 记录数据, 填入表 1.1.1。

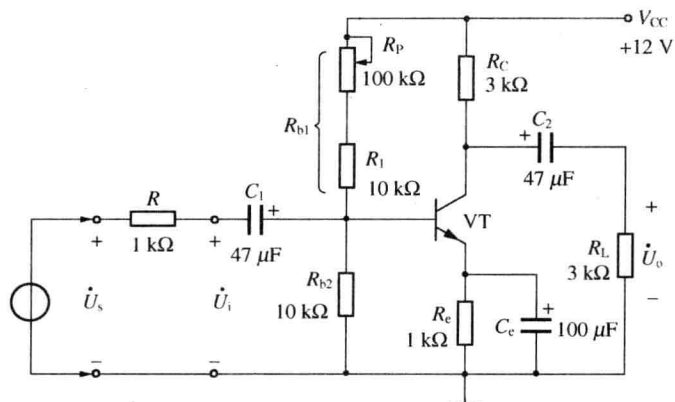


图 1.1.6 单管共射放大器

表 1.1.1 测量数据一

$U_E(\text{V})$	$U_B(\text{V})$	$U_C(\text{V})$	$U_{BE}=U_B-U_E(\text{V})$	$U_{CE}=U_C-U_E(\text{V})$

2) 测量放大器动态技术指标

用探头和连接线将放大器、直流稳压电源、函数发生器、交流毫伏表和示波器按照图 1.1.7 形式连接起来。

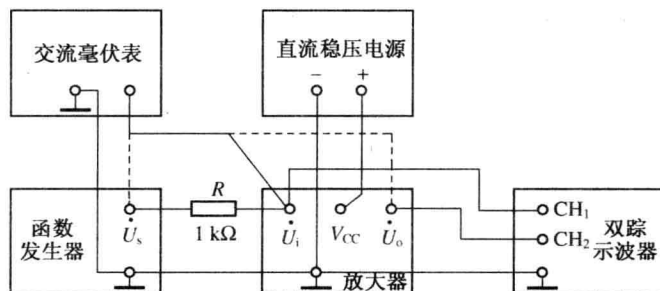


图 1.1.7 放大器、仪器的连接

连接时必须注意各仪器及放大电路应共地, 即各仪器的地线、放大器的地线必须连在一起。

(1) 电压放大倍数 A_u 、输入电阻 R_i 、输出电阻 R_o 的测量

调节函数发生器, 使其输出正弦信号, 频率 $f=1\text{ kHz}$ (中频), 且调节信号电压 U_s 的大小, 使放大器输入电压 $U_i=5\text{ mV}$ 。测量 U_s 、 U'_o (R_L 未接入)、 U_o (R_L 接入), 记录数据填入表 1.1.2。

表 1.1.2 测量数据二

测量值	$U_s(\text{mV})$	
	$U_i(\text{mV})$	
	$U'_o(\text{mV})$	
	$U_o(\text{mV})$	

(续表 1.1.2)

计算值	$A_u = \frac{U_o}{U_i}$	
	$R_i = \frac{U_i}{U_s - U_i} R (\text{k}\Omega)$	
	$R_o = \frac{U'_o - U_o}{U_o} R_L (\text{k}\Omega)$	

实验时注意用双踪示波器观察 u_i 和 u_o 的波形,应在输出波形不失真条件下进行测量,若有波形失真,应减小信号电压 U_s 。

(2) 上限频率 f_H 、下限频率 f_L 的测量

维持放大器输入信号电压 $U_i = 5 \text{ mV}$,分别增大、减小信号频率,直至放大器输出电压降至 $0.707U_o$ (U_o 前面已经测得),测出对应的上限频率 f_H 和下限频率 f_L ,记录数据填入表 1.1.3。

表 1.1.3 测量数据三

$f_H (\text{kHz})$	$f_L (\text{Hz})$	$f_{BW} = f_H - f_L \approx f_H (\text{kHz})$

3) 观察静态工作点不同对输出波形的影响

(1) 增大 R_P 的数值,静态工作电流减小,观察且画下产生截止失真的输出电压波形。

(2) 减小 R_P 的数值,静态工作电流增大,观察且画下产生饱和失真的输出电压波形。

若输出波形失真不明显,可适当加大 U_s 。

4) 测量放大器的最大不失真输出电压

轮流调节 R_P 和 U_s 的大小,使放大器输出电压 u_o 的波形为最大不失真的正弦波(若同时出现正、负向削波失真,可减小 U_s),测量此时静态工作电流 I_C (测量出 $U_E, I_C = U_E / R_e$) 和最大不失真输出电压 U_{omax} (有效值)。

1.1.4 预习要求

(1) 掌握分压式偏置共射放大器稳定静态工作点的原理、小信号电压放大器静态工作点的选择原则。

(2) 掌握放大器的主要技术指标及其测量方法。

(3) 直流电压应用什么表去测量? 正弦交流电压有效值应用什么表去测量?

(4) 图 1.1.6 所示放大器,若三极管 $\beta = 100, U_{BE} = 0.7 \text{ V}, U_E = 1 \text{ V}$,计算:

① 静态时 U_B, U_C 的数值;

② R_{bi} 的数值;

③ 放大器的 A_u, R_i 和 R_o 。

(5) 熟悉示波器、函数发生器、直流稳压电源、交流毫伏表的使用方法。

1.1.5 思考题

(1) 将图 1.1.1 电路中 NPN 管换为 PNP 管,试问:

- ① 电路应做哪些改动才能正常工作?
- ② PNP 管共射放大器,饱和失真、截止失真输出电压波形是怎样的?
- (2) 图 1.1.6 放大电路,上偏置电阻 R_{b1} 中接有 R_1 的目的是什么?
- (3) 分压式偏置电路中,偏置电阻 R_{b1} 、 R_{b2} 的大小对稳定静态工作点的程度和输入电阻的大小有何影响?
- (4) 共射放大器的 f_H 和 f_L 与哪些因素有关?
- (5) 图 1.1.6 所示放大器,假设三极管饱和压降 $U_{CES}=0$,穿透电流 $I_{CEO}=0$,能否估算出该电路最大不失真输出电压的有效值 U_{omax} 为多大?(提示:静态工作点设置在交流负载线中间。)

1.1.6 实验仪器和器材

- (1) 电子技术实验箱 MS-ⅢA 型(含直流稳压电源)1 台;
- (2) 双踪示波器 4318 型 1 台;
- (3) 函数发生器 1641B 型 1 台;
- (4) 交流毫伏表 1 只;
- (5) 数字万用表 1 只。

1.2(实验 2) 场效应管放大器

1.2.1 实验目的

- (1) 了解场效应管的特点,掌握场效应管放大器静态工作点的调试及主要性能指标的测量方法。
- (2) 进一步掌握常用电子仪器的使用方法。
- (3) 学会高输入电阻放大器的输入电阻的测量方法。

1.2.2 实验原理

场效应管与双极型晶体管比较,它为电压控制型元件,具有输入阻抗高、噪声小、温度稳定性好和抗辐射能力强等优点。场效应管的不足之处是共源跨导数值比较低。MOS 场效应管的绝缘层很薄,容易被感应电荷击穿,因此在保存时应避免栅极悬空而把各电极短路,在用仪器测量参数或用烙铁焊接时,都必须使仪器、烙铁本身有良好的接地。

与双极型晶体管放大器一样,为使场效应管正常工作,也需要选择适当的直流偏置电路,以建立合适的静态工作点。

场效应管放大器有两种常用的直流偏置电路,以结型 N 沟道管为例,图 1.2.1(a)、(b) 分别画出了自偏压电路和分压式自偏压电路。

自偏压电路只适用于耗尽型场效应管。静态工作点的计算可由下列各式决定:

$$U_{GS} = -I_D R_s$$

$$I_D = I_{DSS} \left(1 - \frac{U_{GS}}{U_P} \right)^2$$

$$U_{DS} = V_{DD} - I_D (R_d + R_s)$$

式中: I_{DSS} 为场效应管的漏极饱和电流; U_{P} 为夹断电压。

可见, 通过调整 R_{s} 的大小, 可以改变静态工作点 U_{GS} 、 I_{D} 的大小。

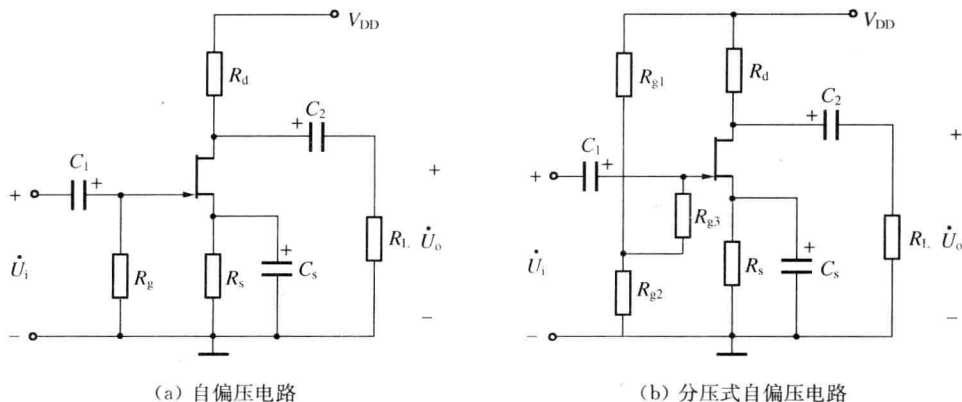


图 1.2.1 场效应管放大器的两种偏置电路

分压式自偏压电路静态工作点的计算由下列各式决定:

$$U_{\text{GS}} = \frac{R_{\text{g2}}}{R_{\text{g1}} + R_{\text{g2}}} V_{\text{DD}} - I_{\text{D}} R_{\text{s}}$$

$$I_{\text{D}} = I_{\text{DSS}} \left(1 - \frac{U_{\text{GS}}}{U_{\text{P}}} \right)^2$$

$$U_{\text{DS}} = V_{\text{DD}} - I_{\text{D}} (R_{\text{d}} + R_{\text{s}})$$

通过改变 R_{s} 和 R_{g1} 的大小, 可以调整静态工作点。

由于电阻 R_{s} 起电流负反馈作用, 这两种偏置电路都具有稳定静态工作点的能力。

场效应管放大器有共源、共漏和共栅三种组态。

本实验采用结型场效应管构成共源放大器, 采用自偏压偏置电路, 如图 1.2.2 所示, 其电压放大倍数 $\dot{A}_{\text{u}}$ 、输入电阻 R_{i} 、输出电阻 R_{o} 分别为:

$$\dot{A}_{\text{u}} = \frac{\dot{U}_{\text{o}}}{\dot{U}_{\text{i}}} = -g_{\text{m}} R'_{\text{L}}$$

$$R_{\text{i}} = R_{\text{g}}$$

$$R_{\text{o}} = R_{\text{d}}$$

式中: $R'_{\text{L}} = R_{\text{d}} // R_{\text{L}}$ 。

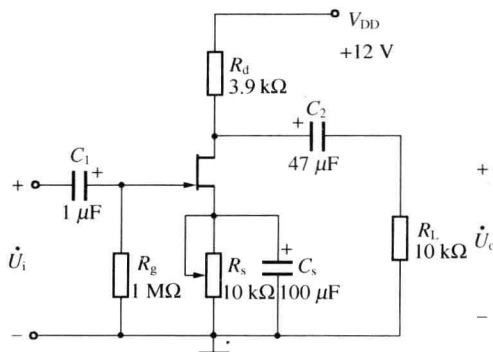


图 1.2.2 共源放大器