



普通高校“十三五”规划教材

模拟电子技术 基础实践

MO NI DIAN ZI JI SHU
JI CHU SHI JIAN

主 编◎林善明

副主编◎李书旗 江冰 刘艳



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS



普通高校“十三五”规划教材

模拟电子技术基础实践

主 编 林善明

副主编 李书旗 江冰 刘艳

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

模拟电子技术是一门技术发展快、教学方法灵活、理论联系实际要求很高的课程,是培养学生综合运用电子技术基础知识,提高创新能力、独立分析问题和解决问题能力的一门重要的课程。在编写本教材过程中,编者力求内容丰富、新颖实用,以满足模拟电子技术实践教学的要求。

从加强实践教学环节出发,本书将不同的实验和实践教学按类型分成三个部分,共 28 个实验,其中基础性实验 12 个,提高性实验 6 个和创新性实验 10 个。另外,为了增加学生实践知识的系统性,在书的最后增加了附录。

本书可作为高等学校电气类、电子信息类、自动化类、计算机类专业模拟电子技术实践课程的本科教材,也可作为相关专业工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

模拟电子技术基础实践 / 林善明主编. -- 北京 :
北京航空航天大学出版社, 2015. 8

ISBN 978-7-5124-1868-4

I. ①模… II. ①林… III. ①模拟电路—电子技术—
教材 IV. ①TN710

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 193876 号

版权所有,侵权必究。

模拟电子技术基础实践

主 编 林善明

副主编 李书旗 江冰 刘艳

责任编辑 金友泉

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱: goodtextbook@126.com 邮购电话:(010)82316936

北京泽宇印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:710×1 000 1/16 印张:9.25 字数:197 千字

2016 年 1 月第 1 版 2016 年 1 月第 1 次印刷 印数:3 000 册

ISBN 978-7-5124-1868-4 定价:20.00 元

若本书有倒页、脱页、缺页等印装质量问题,请与本社发行部联系调换。联系电话:(010)82317024

前 言

电子技术是当代高新技术的先导,各国十分重视并将其放在优先发展的产业行列。模拟电子技术是工学门类——电气类、电子信息类、自动化类等多学科专业重要的专业基础必修课程,又是大多数高校研究生入学考试课程中的一门理论性强,内容体系紧密,强调技术性和应用性的课程。在新形势下,高校不断探索人才培养新模式,对于工学门类人才培养,应强调以培养专业基础扎实、应用能力强、善于开拓实践的工程型人才为目标,重视工程意识、工程实践能力和工程素养的培养,以适应未来工业发展的挑战。

为适应时代需求,针对模拟电子技术实践教学要求,组织编写了《模拟电子技术基础实践》教材。各编者长期从事教学工作,尤其在电子技术教学方面积累了较丰富的经验。本次的编写对原有实践教材进行了全面系统地修改,包括更新软件,增加新技术、新器件,体现原理→系统实验→应用实践三个层次,既包括硬件系统实验,又有软件仿真实验,同时还包括研究性课题。全书在安排上既考虑了与理论教学保持同步,又考虑了培养学生能力的循序渐进过程。在加强学生实践动手能力的同时,对每一个基础实验都引入了电子电路仿真的内容,丰富了实验手段,并增加了设计性、综合性实验内容,注重教学内容的多样性,适用面宽,实践性和应用性强。

本书与江冰、林善明等编著的《模拟电子技术》是模拟电子技术的理论教学与实践教学的姊妹教材。本教材共四个部分:基础型实验、提高型实验、研究型教学实践和附录。第1章以电子电路基本原理实验为主,检验对电子电路基础理论和基本实验方法的掌握情况;第2章为提高性实验,实验内容新颖实用,具有系统性、设计性、复杂性,检验学生的工程设计能力和创新思维能力;第3章是研究性教学实践,要求学生在实验教学的基础上,综合运用所学知识,完成小型系统的设计制作任务,包括确定设计方案、电路选择、元件参数的计算、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。最后,在附录中编入了模拟电路实验的基础知识、常用仪器及软件的使用,以供查阅。

文中带“*”的部分可作为选做内容。

本书由林善明任主编,李书旗、江冰、刘艳任副主编,蔡昌春、单鸣雷、路正莲参编,全书由林善明、江冰策划,并修改审稿。第1章由李书旗和刘艳编写;第2章由李书旗和路正莲编写;第3章由蔡昌春编写;附录由李书旗、刘艳、路正莲编写。

在编写过程中,得到了河海大学物联网工程学院朱昌平教授等老师的大力支持和热情帮助,在此表示衷心感谢。由于编者水平有限,加之时间仓促,编写错误在所难免,对书中不足之处,恳请读者批评指正。

编 者

2015年9月

目 录

第 1 章 模拟电子技术基础型实验	1
实验一 常用电子仪器的使用	1
实验二 晶体管共射极单管放大器	5
实验三 射极跟随器	14
实验四 差动放大器	18
实验五 集成运放在运算电路中的应用	21
实验六 集成运放在波形产生器中的应用	27
实验七 负反馈放大器	31
实验八 RC 正弦波振荡器	35
实验九 甲乙类单电源互补对称功率放大器	39
实验十 集成功率放大电路	43
实验十一 串联型晶体管稳压电源	47
实验十二 集成稳压电路	53
第 2 章 模拟电子技术提高型实验	58
实验一 自动控制电路的设计	58
实验二 简易逻辑笔电路	60
实验三 温度控制电路	62
实验四 红外遥控开关电路	66
实验五 使用集成运放 LM324 设计正弦波发生器	68
实验六 恒压限流型自动充电器设计	70
第 3 章 模拟电子技术研究型实验	73
实验一 功率放大电路	73
实验二 过、欠压报警与保护电路	74
实验三 多功能信号发生器	76
实验四 变频门铃	77
实验五 声光报警器	78
实验六 数字可调稳压电源	79
实验七 简易恒温控制器	80
实验八 流水线产品统计电路	82
实验九 数字钟	83

实验十 智力竞赛抢答器	85
附 录	87
附录 A 实验基础知识	87
附录 B 常用仪器介绍	105
附录 C 常用电子元器件的检测	123
附录 D Multisim 10 仿真软件的使用	135
参考文献	142

第 1 章 模拟电子技术基础型实验

实验一 常用电子仪器的使用

一、实验目的

- ① 掌握实验室常用电子仪器的正确使用方法。
- ② 能用示波器正确观察各种信号的波形及其幅度和频率(时间)。
- ③ 能正确使用函数信号发生器,并识别分贝(dB)的实用意义。
- ④ 掌握示波器、信号发生器、毫伏表三者配合进行测量的方法。

二、预习要求

- ① 阅读三种仪器(示波器 DS1052E、毫伏表 CA2171 型、低频信号发生器 GFG - 8219 型)使用说明书。
- ② 阅读附录 B、附录 D 及本实验内容和步骤。

三、实验原理

本实验采用的三种常用电子仪器为: 信号发生器(GFG - 8219)、晶体管毫伏表(CA2171)和示波器(DS1052E)。三种仪器之间的连线方式如图 1-1 所示。

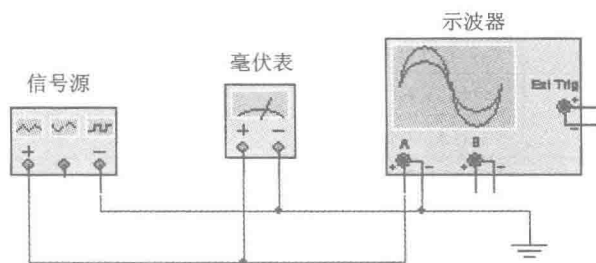


图 1-1 测量仪器连接图

- ① 低频信号发生器用来产生 1 Hz~3 MHz 的正弦波信号、脉冲信号和逻辑信号(TTL)。输出电压有效范围为 0.05 mV~7 V。脉冲信号的幅度和宽度连续可调,频率用数码管显示。
- ② 毫伏表用来测量电压大小。根据实验选定的信号频率和幅度的范围,选用

CA2171 型毫伏表的量程。它能测量频率为 10 Hz~2 MHz、幅度为 $30\ \mu\text{V}\sim 100\ \text{V}$ 的正弦信号电压(以有效值指示)。

③ 示波器是一种用来观察各种周期电压(或电流)波形的仪器。能观察到的最高信号频率主要取决于示波器 Y 轴通道的频带宽度。本实验采用双通道通用示波器,用以观测频率为 10 Hz~50 MHz 的各种周期信号。为了减小示波器的输入阻抗对被测信号的影响,被测信号可以通过探头加到 Y 轴放大器的输入端。示波器探头有 10:1 衰减和 1:1 两种。

四、实验器材

低频信号发生器	1 台
数字示波器	1 台
晶体管毫伏表	1 台
万用表	1 只

五、实验内容与方法

1. DS1052E 数字示波器的使用

(1) 仪器面板各控制位置的调节

打开电源开关前先检查输入电压,将电源线插入后面板上的交流插孔,各个控制键的含义如表 1-1 所列。

表 1-1 仪器面板控制键的含义

控制键图标或字母	控制键的含义	控制键图标或字母	控制键的含义
	电源开关		多功能旋钮
AUTO, RUN/STOP	执行按钮	TRIGGER	触发控制区
MEASURE	自动测量	HORIZONTAL	水平控制区
ACQUIRE	设置采样方式	VERTICAL	垂直控制区
STORAGE	存储和调出		探头补偿
CURSOR	光标测量	EXT TRIG	外部触发
DISPLAY	设置显示方式	CH1(X)	通道 1
UTILITY	辅助系统设置	CH2(Y)	通道 2

(2) 功能检查

打开电源,将示波器探头与通道 1 (CH1) 连接,探头上的开关设定为 10×。按 CH1 功能键显示通道 1 的操作菜单,应用与探头项目平行的 3 号菜单操作键,选择与使用的探头同比例的衰减系数(此时设定应为 10×)。把探头端部和接地夹接到探头补偿器的连接器上。按 AUTO(自动设置)按钮,几秒钟内,可见到方波显示。

以同样的方法检查通道 2(CH2)。按 OFF 功能按钮或再次按下 CH1 功能按钮以关闭通道 1,按 CH2 功能按钮以打开通道 2,重复上述步骤。

注意: 探头补偿连接器输出的信号仅作探头补偿调整之用,不可用于校准。

(3) 探头补偿

在首次将探头与任一输入通道连接时,进行补偿调节,使探头与输入通道相匹配。未经补偿或补偿偏差的探头会导致测量误差或错误。若调整探头补偿,可按如下步骤进行:

将探头菜单衰减系数设定为 $10\times$, 探头上的开关设定为 $10\times$, 并将示波器探头与通道 1 连接。如使用探头钩形头,应确保与探头紧密接触。

将探头端部与探头补偿器的信号输出连接器相连,基准导线夹与探头补偿器的地线连接器相连,打开通道 1,然后按 AUTO 按钮。

检查所显示波形的形状是否如图 1-2 所示。



图 1-2 探头补偿调节

如必要,用非金属质地的镊子调整探头上的可变电容,直到屏幕显示的波形如图 1-2 所示。必要时,可重复上述步骤。

警告: 为避免使用探头时被电击,须确保探头的绝缘导线完好,并且连接高压电源时不要接触探头的金属部分。

(4) 波形显示的自动设置

数字示波器具有自动设置的功能。根据输入信号,示波器可自动调整电压倍率、时基以及触发方式至最好形态显示。应用自动设置时,被测信号的频率要大于或等于 50 Hz,占空比大于 1%。

使用自动设置时,先将被测信号连接到信号输入通道,再按下 AUTO 按钮。示波器将自动设置垂直、水平和触发控制。如需要,可手工调整这些控制使波形显示达到最佳。

详细使用方法可参见附录 B。

2. CA2171 型晶体管毫伏表的使用

① 阅读说明书中的使用须知;

② 了解选择开关位置与表刻度的对应关系。

用分贝表示刻度的“输出衰减”时,旋钮的使用应注意:当“输出衰减”旋钮置于 0 dB,表头的指示值为输出信号电压的有效值。“输出衰减”旋钮置于 10 dB 时,输出信号为表头指示的 0.315 倍。

3. GFG-8219 低频信号发生器的使用

① 阅读说明书中的使用方法,了解如何选择输出信号的频率及电压值范围。

② 用低频信号发生器产生三种波形:正弦波、方波、三角波,并用示波器观察这三种不同波形。

③ 用信号发生器产生 1 kHz、5 kHz、10 kHz 的正弦波,用示波器测量其周期 T 值和频率 f 值并填于表 1-2 中,再与信号频率进行比较,计算误差 r 。

表 1-2 信号频率记录表

函数发生器频率	示波器读出		误差 r
	T	f	
1 kHz			
5 kHz			
10 kHz			

④ 用毫伏表验证输出幅度衰减的方法:将信号发生器固定在某一频率下(例如 1 kHz),使输出幅度为最大有效值(即不衰减时的最大值,用 CA2171 型晶体管毫伏表直接测量),调节“输出衰减”旋钮位置,测量其对应输出电压值,记入表 1-3 中。

表 1-3 毫伏表测量记录表

“输出衰减”/dB	+20	+10	0	-10	-20
毫伏表读数					
衰减倍数					

注:测试条件是 $f=1\text{ kHz}$, $U=6\text{ V}$ 。

4. 综合测试

① 用示波器两次测量法校准信号发生器频率刻度。方法是:将信号发生器的信号输入到示波器后,按下示波器 AUTO 键,即可观察到信号发生器输出频率的波形。填表 1-4,并计算相对误差 r 后得

$$r = \left| \frac{f_0 - f}{f_0} \right| \%$$

式中: $f = \frac{1}{\text{格数} \times \text{Time/Div}}$, f_0 —基准频率。

表 1-4 校准信号发生器记录表

标准频率	被测信号频率	误差 r
Time/Div=	格数=	
格数=	$T=$	$\left \frac{f_0 - f}{f_0} \right \% =$
$f_0=$	$f=$	

② 校验信号发生器输出两种不同波形的有效值、最大值和比例系数 K 。其方法是：用信号发生器产生两种波形（正弦波和方波），频率可任意选定（但测量时不能再改变），信号幅度调至最大值。

用示波器测量最大值 U_p （峰值），用毫伏表测量有效值 U_o 。比例系数 $K = \text{有效值 } U_o / \text{峰值 } U_p$ 。

填表 1-5，将测量值与理论值比较，说明误差原因。

表 1-5 有效值和最大值比例系数记录表

波 形	峰值 U_p	有效值 U_o	测量 K 值	理论 K 值
正弦波				
方 波				

六、实验思考

1) 用示波器观察波形时，要达到如下要求应分别调节哪些旋钮、按钮？

- ① 波形清晰；② 亮度适中；③ 波形稳定；④ 移动波形位置；⑤ 改变波形宽度；⑥ 改变波形高度；⑦ 自动显示测量结果。

2) 用示波器测量交流信号，如何才能达到尽可能高的测量精度？

七、实验报告

根据实验记录，列表整理、计算实验数据，并描绘观察到的波形图。

实验二 晶体管共射极单管放大器

一、实验目的

- ① 加深对晶体管共射极基本放大器特性的理解。
- ② 学习对静态工作点的测量方法。
- ③ 学习测量电压放大倍数的方法。
- ④ 观察 Q 点的设置对交、直流负载线以及对放大倍数和波形的影响。

二、预习要求

- ① 阅读教材中有关单管放大电路的内容并估算实验电路的各项性能指标。假设：3DG6 的 $\beta = 100$, $R_{B1} = 20 \text{ k}\Omega$, $R_{B2} = 60 \text{ k}\Omega$, $R_C = 2.4 \text{ k}\Omega$, $R_L = 2.4 \text{ k}\Omega$ 。估算放大器的静态工作点，电压放大倍数 A_u ，输入电阻 R_i 和输出电阻 R_o 。
- ② 阅读附录 A 中有关放大器干扰和自激振荡消除的内容。
- ③ 阅读本实验内容和步骤。

④ 思考能否用直流电压表直接测量晶体管的 U_{BE} ?

⑤ 思考怎样测量 R_{B2} 的阻值?

⑥ 思考在测试 A_u , R_i 和 R_o 时怎样选择输入信号的大小和频率?

⑦ 实验预习本实验电路时注意: 图 1-3 所示为共射极单管放大器与带有负反馈的两级放大器共用实验模块(见实物)。如将 K_1 、 K_2 断开, 则前级(I)为典型电阻分压式单管放大器; 如将 K_1 、 K_2 接通, 则前级(I)与后级(II)接通, 组成带有电压串联负反馈两级放大器。

⑧ 使用 Multisim 10 仿真软件对实验内容进行仿真。

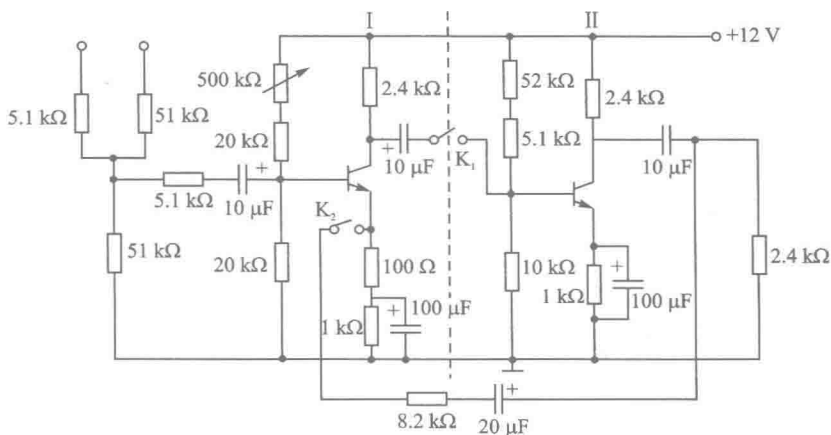


图 1-3 两级放大器共用实验模块图

三、实验原理

图 1-4 为电阻分压式单管放大器实验电路图。偏置电路采用 R_{B1} 和 R_{B2} 组成的分压电路, 并在发射极中接有电阻 R_E , 以稳定放大器的静态工作点。当在放大器的输入端加入输入信号 u_i 后, 在放大器的输出端便可得到一个与 u_i 相位相反、幅值被放大的输出信号 u_o , 从而实现了电压放大。

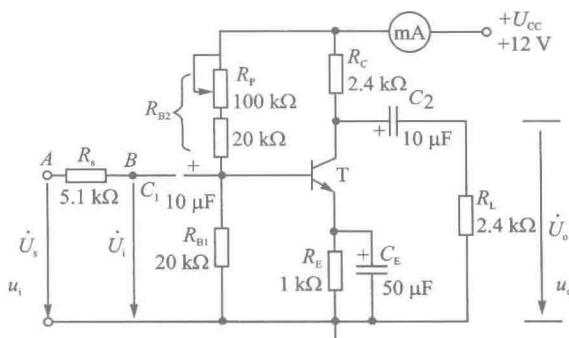


图 1-4 共射极单管放大器实验电路

在图 1-4 电路中,当流过偏置电阻 R_{B1} 和 R_{B2} 的电流远大于晶体管 T 的基极电流 I_B 时(一般 5~10 倍),则其静态工作点可用下式估算

$$U_B \approx \frac{R_{B1}}{R_{B1} + R_{B2}} U_{CC}$$

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

$$U_{CE} = U_{CC} - I_C(R_C + R_E)$$

电压放大倍数:
$$A_u = -\beta \frac{R_C // R_L}{r_{be}}$$

输入电阻:
$$R_i = R_{B1} // R_{B2} // r_{be}$$

输出电阻:
$$R_o \approx R_C$$

由于电子器件性能的分散性比较大,因此在设计和制作晶体管放大电路时,离不开测量和调试技术,详见附录 C(常用元器件的检测)。在设计前应测量所用元器件的参数,为电路设计提供必要的依据,在完成设计和装配以后,还必须测量和调试放大器的静态工作点和各项性能指标。一个优质放大器,必定是理论设计与实验调整相结合的产物。因此,除了学习放大器的理论知识和设计方法外,还必须掌握必要的测量和调试技术。

放大器的测量和调试一般包括:放大器静态工作点的测量与调试,消除干扰与自激振荡及放大器各项动态参数的测量与调试等。

1. 放大器静态工作点的测量与调试

(1) 静态工作点的测量

测量放大器的静态工作点,应在输入信号 $u_i = 0$ 的情况下进行,即将放大器输入端与地端短接,然后选用量程合适的直流毫安表和直流电压表,分别测量晶体管的集电极电流 I_C 以及各电极对地的电位 U_B 、 U_C 和 U_E 。实验中,为了避免断开集电极,一般采用测量电压 U_E 或 U_C ,然后算出 I_C 的方法。例如,只要测出 U_E ,即可用 $I_C \approx I_E = \frac{U_E}{R_E}$ 算出 I_C (也可根据 $I_C = \frac{U_{CC} - U_C}{R_C}$,由 U_C 确定 I_C),同时也能算出 $U_{BE} = U_B - U_E$, $U_{CE} = U_C - U_E$ 。

注意: 为了减小误差,提高测量精度,应选用内阻较高的直流电压表。

(2) 静态工作点的调试

放大器静态工作点的调试是指对管子集电极电流 I_C (或 U_{CE}) 的调整与测试。

静态工作点是否合适,对放大器的性能和输出波形都有很大影响。如工作点偏高,放大器在加入交流信号以后易产生饱和失真,此时 u_o 的负半周将被削底,如图 1-5(a) 所示;如工作点偏低则易产生截止失真,即 u_o 的正半周被缩顶(一般截止失真不如饱和失真明显),如图 1-5(b) 所示。这些情况都不符合不失真放大的要求。所以在选定工作点以后还必须进行动态调试,即在放大器的输入端加入一定的

输入电压 u_i , 检查输出电压 u_o 的大小和波形是否满足要求。如不满足, 则应调节静态工作点的位置。

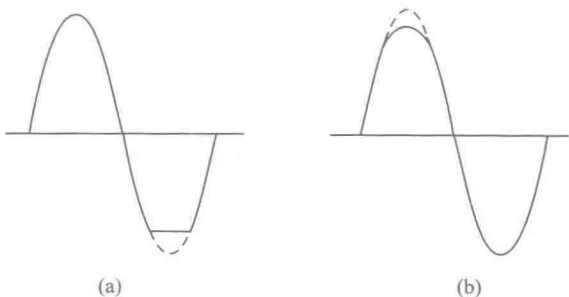


图 1-5 静态工作点对 u_o 波形失真的影响

改变电路参数 U_{CC} 、 R_C 、 R_B (R_{B1} 、 R_{B2}) 都会引起静态工作点的变化, 如图 1-6 所示。但通常多采用调节偏置电阻 R_{B2} 的方法来改变静态工作点, 如减小 R_{B2} , 则可使静态工作点提高等。

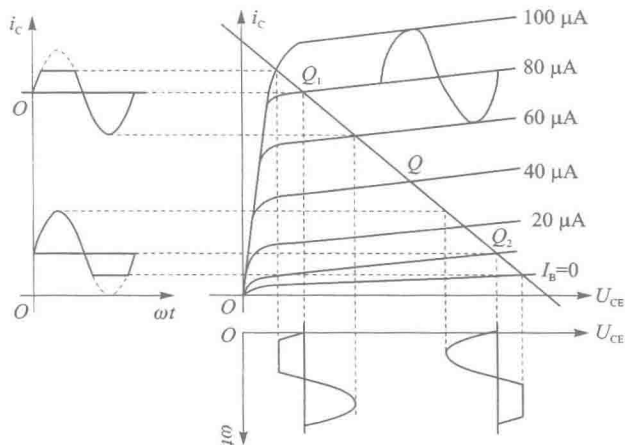


图 1-6 电路参数对静态工作点的影响

需要说明的是, 以上所述的工作点“偏高”或“偏低”不是绝对的, 而是相对信号的幅度而言, 如果输入信号幅度很小, 即使工作点较高或较低也不一定会出现失真。所以, 产生波形失真是信号幅度与静态工作点设置配合不当所致。如需满足较大信号幅度的要求, 静态工作点最好尽量靠近交流负载线的中点。

2. 放大器动态指标测试

放大器动态指标包括电压放大倍数、输入电阻、输出电阻、最大不失真输出电压 (动态范围) 和通频带等。

(1) 电压放大倍数 A_u 的测量

调整放大器到合适的静态工作点,然后加入输入电压 u_i ,在输出电压 u_o 不失真的情况下,用交流毫伏表测出 u_i 和 u_o 的有效值 U_i 和 U_o ,则

$$A_u = \frac{U_o}{U_i}$$

(2) 输入电阻 R_i 的测量

为了测量放大器的输入电阻,按图 1-7 电路在被测放大器的输入端与信号源之间串入一已知电阻 R ,在放大器正常工作的情况下,用交流毫伏表测出 U_s 和 U_i ,则根据输入电阻的定义可得

$$R_i = \frac{U_i}{I_i} = \frac{U_i}{\frac{U_R}{R}} = \frac{U_i}{U_s - U_i} R$$

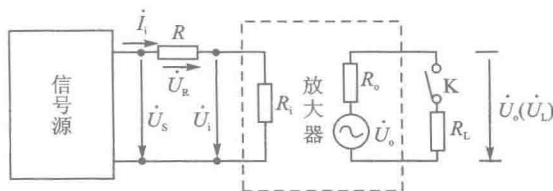


图 1-7 输入、输出电阻测量电路

注意: 测量时应注意下列几点:

① 由于电阻 R 两端没有电路公共接地点,所以测量 R 两端电压 U_R 时必须分别测出 U_s 和 U_i ,然后按 $U_R = U_s - U_i$ 求出 U_R 值。

② 电阻 R 的值不宜取得过大或过小,以免产生较大的测量误差,通常取 R 与 R_i 为同一数量级为好,本实验可取 $R = 1 \sim 2 \text{ k}\Omega$ 。

(3) 输出电阻 R_o 的测量

按图 1-7 电路,在放大器正常工作条件下,测出输出端不接负载 R_L 的输出电压 U_o 和接入负载后的输出电压 U_L ,根据

$$U_L = \frac{R_L}{R_o + R_L} U_o$$

即可求出

$$R_o = \left(\frac{U_o}{U_L} - 1 \right) R_L$$

在测试中应注意,必须保持 R_L 接入前后输入信号的大小不变。

(4) 最大不失真输出电压 $U_{o,p-p}$ 的测量(最大动态范围)

如上所述,为了得到最大动态范围,应将静态工作点调到交流负载线的中点。为此在放大器正常工作情况下,逐步增大输入信号的幅度,并同时调节 R_P (改变静态工

作点),用示波器观察,当输出波形同时出现削底和缩顶现象(见图 1-8)时,说明静态工作点已调在交流负载线的中点。然后反复调整输入信号,使波形输出幅度最大,且无明显失真时,用交流毫伏表测出 U_o (有效值),则动态范围等于 $2\sqrt{2}U_o$,或用示波器直接读出 U_{oP-P} 来。

(5) 放大器幅频特性的测量

放大器的幅频特性是指放大器的电压放大倍数 A_u 与输入信号频率 f 之间的关系曲线。单管阻容耦合放大电路的幅频特性曲线如图 1-9 所示。

A_{um} 为中频电压放大倍数,通常规定电压放大倍数随频率变化下降到中频放大倍数的 $1/\sqrt{2}$ 倍,即 $0.707A_{um}$ 所对应的频率分别称为下限频率 f_L 和上限频率 f_H ,则通频带 $f_{BW} = f_H - f_L$ 。

放大器的幅率特性就是测量不同频率信号时的电压放大倍数 A_u 。为此,可采用前述测 A_u 的方法,每改变一个信号频率,测量其相应的电压放大倍数,测量时应注意取点要恰当,在低频段与高频段应多测几点,在中频段可以少测几点。此外,在改变频率时,要保持输入信号的幅度不变,且输出波形不得失真。

(6) 干扰和自激振荡的消除

干扰和自激振荡的消除可参考实验附录 A。图 1-10 为晶体三极管引脚的排列。

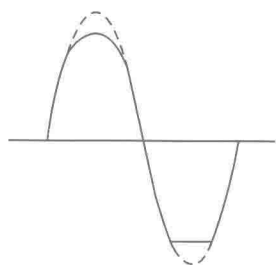


图 1-8 静态工作点正常,输入信号太大引起的失真

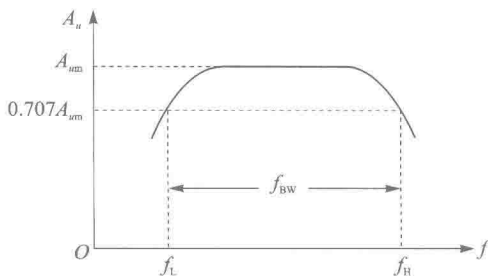


图 1-9 幅频特性曲线

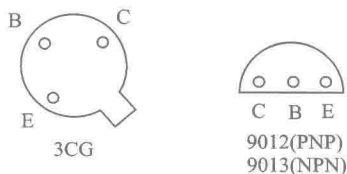


图 1-10 晶体三极管引脚排列

四、实验器材

低频信号发生器	1 台
数字示波器	1 台
晶体管毫伏表	1 台
万用表	1 只

模拟电子技术实验箱

1 台

五、实验内容与方法

实验电路如图 1-4 所示,各电子仪器可按实验一中图 1-1 所示方式连接。为防止干扰,各仪器的公共端必须连在一起,而信号源、交流毫伏表和示波器的引线应采用专用电缆线或屏蔽线,如使用屏蔽线,则屏蔽线的外包金属网应接在公共接地端上。

1. 调试静态工作点

接通直流电源前,先将 R_P 调至最大(右旋到底),函数信号发生器输出旋钮旋至最小。接通 +12 V 电源、调节 R_P ,使 $U_E = 2.0$ V,用直流电压表测量 U_B 、 U_E 、 U_C 及用万用电表测量 R_{B2} 值,并记入表 1-6 中。

表 1-6 静态工作点记录表

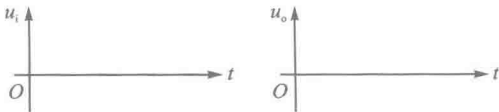
测 量 值				计 算 值		
U_B/V	U_E/V	U_C/V	$R_{B2}/k\Omega$	U_{BE}/V	U_{CE}/V	I_C/mA

注:测试条件是 $U_E = 2.0$ V。

2. 测量电压放大倍数

在放大器输入端加入频率为 1 kHz 的正弦信号 u_s ,调节函数信号发生器的输出旋钮使放大器输入电压 $U_i \approx 10$ mV,同时用示波器观察放大器输出电压 u_o 波形,在波形不失真的条件下用交流毫伏表测量下述三种情况下的 U_o 值,并用双踪示波器观察 u_o 和 u_i 的相位关系,并记入表 1-7 中。

表 1-7 电压放大倍数记录表

$R_C/k\Omega$	$R_L/k\Omega$	U_o/V	A_u	观察记录一组 u_o 和 u_i 波形	
2.4	∞				
1.2	∞				
2.4	2.4				

注:测试条件是 $U_E = 2.0$ V, $U_i = 10$ mV。

3. 观察静态工作点对电压放大倍数的影响

置 $R_C = 2.4$ k Ω , $R_L = \infty$, U_i 不变,调节 R_P ,改变电流 I_C ,用示波器观察输出电压波形,在 u_o 不失真的条件下,测量数组 I_C 和 U_o 值,记入表 1-8 中。