

电子技术基础实验指导书

华中工学院工业电子学教研室编

华 中 工 学 院

一 九 八 一 年

序 言

本指导书是根据高等工业学校《电子技术基础教学大纲》(草案)对实验课的要求、为配合我教研室编康华光主编的“电子技术基础”教材而编写的。由于各种基本的和常用的半导体电路原理已在教材中阐明,因此本指导书不叙述实验电路原理。

“电子技术基础”是一门实践性很强的课程。在本课程教学过程中,实验课是一个不可缺少的重要环节。实验课的主要任务是:验证理论,熟悉元件、器件和组件;学会正确使用常用的电子仪器,掌握电子测试技术;学会处理实验数据,编写实验报告;培养严谨和实事求是的科学作风。

本指导书注意总结我们近年来实验课的经验,力求使实验内容配合讲课内容,突出重点,循序渐进,逐步放手。为了适应自动化类和电力类不同学时的差别以及不同专业的不同要求,共开出二十个实验,其中除两个常用电子仪器的使用练习实验外,包括九个线性电路实验和九个脉冲数字电路实验。我们设计一种使用较为灵活的通用矩阵板,所有线性电路与脉冲数字电路的印刷电路板^①都可以插在通用矩阵板上,按各个实验电路的接线要求,灵活地改变矩阵板上连接插销的位置,从而方便地做不同内容的实验。根据实验学时数的不同,可以选做其中14~18个实验。按实验学时数为40考虑,我们建议选做实验一、二、四、五、七、九、十、十一、十二、十四、十五、十六、十九、二十等十四个实验,其中十四和十五两个实验可以安排2个学时,实验三3学时。为了初步学会电子电路的安装焊接技术,我们特地安排实验四和实验十八(既可用现成的实验板,也可按实验原理电路安装焊接实验的学时数为5~6。考虑到不同程度学生的不同要求,在实验内容中除必做的基本内容外,一般还提出少量加深加宽的选做内容(用“*”号标出)。为了提高实验效果,实验前要求学生必须预习,做好实验指导书中提出的配合实验的习题和思考题。

学会正确使用常用的电子仪器,掌握电子仪器的使用方法是本课程的主要任务之一。为了做到这一点,我们除开出两个电子仪器使用练习实验外,还目的、反复地在每个实验中强调常用电子仪器(主要是示波器、信号发生器)的使用方法。此外,在附录中还对几种常用电子仪器的使用方法和注意事项作了更详细的说明,有些容易模糊的使用方法也从原理上稍加分析,其目的在于使学生对电子仪器的使用有更进一步的理
解。

由于我们的水平有限,加之时间比较仓促,本指导书错误和不妥之处,在所难免。殷切希望使用本指导书的师生及其他读者,给予批评指正。

华中工学院工业电子学教研室

一九八一年五月

^①为了简明起见,本指导书中不附每个实验的印刷电路板图。

目 录

实验须知	(1)
实验一 常用电子仪器的使用练习 (一)	(2)
实验二 共射极单级放大器	(5)
实验三 RC耦合二级放大器	(7)
实验四 负反馈放大器	(10)
实验五 RC正弦波振荡器	(13)
实验六 差动式放大器	(16)
实验七 集成运算放大器的线性应用	(19)
实验八 集成运算放大器的非线性应用	(22)
实验九 常用电子仪器的使用练习 (二)	(25)
实验十 互补对称功率放大器	(27)
实验十一 直流稳压电源	(30)
实验十二 单相桥式半控整流器	(33)
实验十三 RC电路及反相器	(36)
实验十四 TTL与非门	(39)
实验十五 JK触发器	(44)
实验十六 单稳态触发器与环形振荡器	(47)
实验十七 分立元件的单稳态触发器与多谐振荡器	(50)
实验十八 分立元件单稳态触发器与多谐振荡器的安装焊接实验	(52)
实验十九 计数器与移位寄存器	(53)
实验二十 计数与数字显示电路	(56)
附录一 矩阵式通用实验底板的使用说明	(59)
附录二 用万用表测定二极管和三极管极性的方法	(61)
附录三 电子电路安装焊接的注意事项	(63)
附录四 几种常用电子仪器的使用说明	(65)
一、示波器	(68)
SB—14型示波器	(73)
SBR—1型二线示波器	(80)
JT—1型晶体管特性图示仪	(87)
二、信号发生器	(95)
XD—2型信号发生器	(95)

XD—11型多用信号发生器.....	(98)
三、万(繁)用表.....	(101)
MF—20型晶体管万用表.....	(101)
DF—6型数字繁用表.....	(103)
四、电子计数器.....	(105)
E324型通用电子计数器.....	(105)
五、稳压电源.....	(107)
JWY—30B型晶体管稳压电源.....	(107)
附录五 电阻器和电容器的标称值系列.....	(109)

实 验 须 知

为了维护正常的教学实验秩序,提高实验课的质量,有计划、顺利地完 成各项实验任务,确保人身、设备安全,特制定“电子技术基础实验课程”和“实验室安全规则”等;请师生们在实验中自觉遵守,互相督促,发扬踏实、严谨和实事求是的科学作风,培养爱护国家财产的优秀品质。

1.《电子技术基础》实验课程

(1) 各专业所需开的实验须于学期开始前由任课教师根据教学任务书提出计划,由实验室安排课表,按计划开出实验。

(2) 坚持理论与实践统一的原则,学生必须按教学计划的要求,认真学完所规定的实验课目,才准予参加本课程的考试。

(3) 实验课实行记分,实验的成绩由指导教师根据学生在实验课中的表现和实验报告以及实验考试的成绩综合评定。

(4) 学生在实验前要认真预习,并按要求写好预习报告。

(5) 实验时要严肃、认真,仔细观察实验现象,做好记录。实验结果经教师审阅签字后,才能拆除实验线路。实验结束后要按要求写好实验报告。

(6) 爱护器材、工具和设备。使用仪器前,必须了解使用方法及注意事项,在操作时应严格遵守。

(7) 自觉保持实验室内安静、整洁,不准喧闹、吐痰和抽烟,不乱拿他组仪器及非本次实验所用之仪器。实验后应将仪器及导线整理、放好,并填写仪器设备使用记录。

(8) 凡属下列情况之一者不予开实验:

- ①没有写预习报告者;
- ②实验开始后迟到10分钟以上者;
- ③实验中不遵守实验室有关规定,不爱护仪器,表现不好而又不服从管理教育者。

2.实验室安全规则

(1) 所接实验线路,须由全组认真检查,再由教师核对无误才能合上电源,开始实验。

(2) 所有仪器的外壳(接地端)、实验线路的地端均应与实验室的接地系统可靠连接。

(3) 使用仪器、设备时要严格遵守操作规程,发生仪器、设备损坏时,必须及时报告,认真检查原因,从中吸取教训,并按规定的赔偿办法处理。

(4) 发生事故时,应立即切断电源,保持现场,并立即向教师和实验室负责人报告。

(5) 实验完毕要清除矩阵板上的连接插肖,并插到备用插孔内,同时要拨去仪器的电源插头,关掉分电盘和总电盘的电源开关。

实验一 常用电子仪器的使用练习（一）

在电子技术基础实验室里，最常用的电子仪器有：示波器、低频信号发生器、晶体管万用表和直流稳压电源等。它们与实验电路的相互关系及主要用途如图1—1所示。



图1—1

为了正确地观察实验现象，测量实验数据，必须学会这些常用电子仪器的使用方法，并掌握一般的电子测试技术，这是实验课的重要任务之一。（本实验室所采用的主要仪器是：SB—14型示波器、XD—2型信号发生器、JWY—30B型直流稳压电源和MF—20型晶体管万用表^①）

一、实验目的

1. 了解示波器、信号发生器、直流稳压电源及万用表的使用方法。
2. 学习用万用表测试三极管的方法。

二、实验内容和步骤

1. 将SB—14型示波器各旋钮置于正确位置，启动示波器，调节有关旋钮，使荧光屏上出现扫描线，然后熟悉“辉度”、“聚焦”、“Y轴移位”、“X轴移位”等旋钮的作用。

2. 将“Y轴衰减”置“50~”，观察试验电压波形，以检查示波器的工作情况。

3. 启动XD—2型信号发生器（注意：信号发生器地端与示波器的“接地”端相连），调节信号频率为1KHz，电压值为1~4V（有效值），用示波器观察信号电压的波形，熟悉“Y轴衰减”、“Y轴增幅”、“X轴增幅”旋钮的作用。

4. 调节有关旋钮，使荧光屏上显示的波形个数增加或减少（例如在荧光屏上得到一个、三个、六个完整的正弦波）。熟悉“扫描范围”、“扫描微调”、“整步增幅”旋钮的作用。

5. 将信号频率改为100Hz、1.5KHz、15KHz，调节有关旋钮，使波形清晰、稳定。

6. 用晶体管万用表的交流电压档测量信号发生器的输出电压，将信号发生器的“输

^①有关模拟电子技术的实验项目，无特殊说明，均使用上述仪器。

出衰减”开关置0dB、20dB、40dB、60dB的位置，分别测量对应的输出电压值 5 V、500mV、50mV、5mV。

7.用晶体管万用表的直流电压档分别测量直流稳压电源的二组输出电压，使其值为1.5V、5V、12V、20V。

注意：(1) 万用表直流档的极性不要接错。(2) 正确使用直流稳压电源的电压表。

8.用示波器测量信号发生器输出矩形波的电压幅值^①

(1) 选择好扫描基线。

(2) 从直流稳压电源输出5V的电压引到“Y轴直流输入端”，调节“Y轴增幅”，使显示的高度适当，求得每厘米对应的电压数（例如1V/cm）。

(3) 去掉直流电压，将“Y轴直流输入”改接信号发生器输出端，并将信号发生器“输出衰减”置“80”位置，测量频率为1KHz的正矩形波的电压幅值（幅值大小可取1~5V）。

注意：Y轴的比例关系一经确定，“Y轴增幅”旋钮不能变动。

波形	幅 值	伏特/厘米	Y 轴格数

9.用晶体管万用表判别三极管的集电极(c)、基极(b)、发射极(e)、管子的类型(PNP、NPN)及好坏。

三、实验报告

1.根据实验结果，说明欲用示波器观察波形时，需调节哪些旋钮，可使：

- (1) 波形清晰且亮度适当；
- (2) 波形大小适当且在荧光屏中央；
- (3) 波形完整；
- (4) 波形稳定。

2.用示波器观察正弦波电压时，若荧光屏上出现如图1—2所示波形，是哪些开关和旋钮位置不对？如何调节？

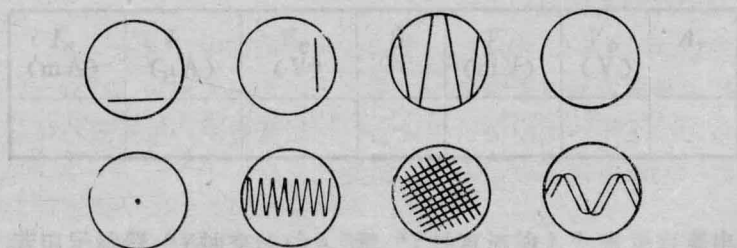


图1—2

^①为适应模拟电子技术实验的要求，本实验室已对XD—2信号发生器进行了改革：当“输出衰减”置于“80”位置时，输出正矩形波；当“输出衰减”置于“90”位置时，输出负矩形波。

3. 说明用SB—14型示波器进行电压幅值测量的方法。

四、预习要求

1. 实验前必须预习SB—14型示波器、XD—2型信号发生器、JWY—30B型直流稳压电源和MF—20型晶体管万用表的使用说明及注意事项。

2. 预习附录中关于使用万用表测试二极管和三极管的有关内容。

被测信号	灵敏度	衰减
1V	10mV	10dB
2V	20mV	20dB
5V	50mV	50dB
10V	100mV	100dB

1. 将信号发生器输出端与示波器的输入端连接，并调节信号发生器的频率，使示波器上出现稳定的波形。

2. 调节示波器的灵敏度，使波形的幅度适中，便于测量。

3. 用示波器的垂直刻度尺测量波形的峰-峰值，并记录测量结果。

4. 根据示波器的灵敏度，计算出被测信号的电压幅值。

5. 重复上述步骤，测量不同频率和幅度的信号。

6. 将测量结果填入实验报告表格中。

7. 整理实验器材，结束实验。

8. 思考题：为什么示波器的灵敏度会随着频率的增加而降低？

9. 讨论题：如何提高示波器的测量精度？

10. 实验心得：通过本次实验，我掌握了示波器的基本使用方法和电压幅值测量的技巧。

11. 实验结论：示波器的灵敏度与频率成反比，因此在测量高频信号时应选择合适的灵敏度。

12. 实验总结：本次实验达到了预期的目的，通过实际操作加深了对示波器的理解。

13. 实验评价：本次实验操作规范，数据记录完整，结论合理。

14. 实验反思：在实验过程中，我发现自己对示波器的某些功能还不够熟悉，今后应加强学习。

15. 实验展望：希望在今后的学习中，能进一步探索示波器的更多应用。

16. 实验致谢：感谢老师的指导和同学的帮助，使本次实验顺利完成。

17. 实验日期：2023年10月10日

18. 实验地点：物理实验室

19. 实验教师：张老师

20. 实验学生：李明

实验二 共射极单级放大器

一、实验目的

1. 观察并测定静态工作点对放大倍数和非线性失真的影响。
2. 掌握放大电路的一般测试方法和常用电子仪器的使用方法。
3. 借助于晶体管特性图示仪进一步了解三极管的特性曲线。

二、实验电路

实验电路如图2—1所示。

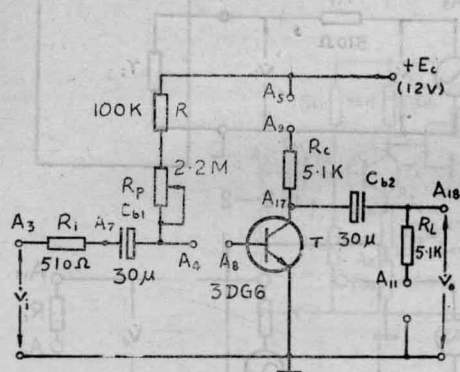


图2—1

三、实验内容和步骤

1. 表演实验

以3DG6、3AX31为例，用JT—1型晶体管特性图示仪操作表演，显示三极管的特性曲线：

- (1) 观察3DG6、3AX31的输出特性曲线；
- (2) 观察3DG6、3AX31分别在 $v_{CE} = 0V$ 、 $v_{CE} = 10V$ 时的输入特性曲线。

2. 测量放大器的静态工作点和电压放大倍数

(1) 按图2—1，短接输入回路电阻 R ，输出开路，并在基极、集电极分别串入微安表、毫安表（注意正负极性），检查无误后，接通电源。

(2) 输入对地短路，调节 R_p ，使 $I_C = 1mA$ ，测量并记录 I_B 、 V_C （指对地电压），计算电流放大系数 β 。

(3) 断开输入短路点，保持 $I_C = 1mA$ 不变，接入 $f = 1KHz$ 、 $V_i = 10mV$ 的正弦信号，用示波器观察输出波形，测量并记录输出电压 V_o ，计算电压放大倍数 A_v 。

I_C (mA)	I_B (μA)	V_C (V)	β	V_i (mV)	V_o (V)	A_v

思考题：若用示波器“Y轴交流输入”和“Y轴直流输入”来观察集电极 c 的波形，有何区别？

3. 观察工作点位置对输出波形的影响

输入 $f = 1KHz$ 、 $V_i = 10 \sim 20mV$ 的正弦信号，调节 R ，使 I_C 增加或减小，观察输

出电压波形直至出现失真为止,记录相应情况下的静态值。

参 数 状 态	I_C (mA)	V_{CE} (V)	v_o 波形
饱 和 失 真			
截 止 失 真			

4. 测量放大器的输入电阻 r_i :

接入 $R_i = 510\Omega$, 输入信号仍为 $f = 1\text{kHz}$ 、 $V_i = 10\text{mV}$ 的正弦波, 在输出不失真的条件下, 测量 V_s 、 V_i (如图2—2所示), 则输入电阻为

$$r_i = \frac{V_i}{V_s - V_i} \cdot R_i$$

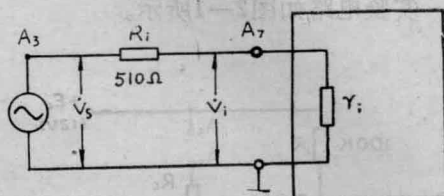


图2—2

5. 测量放大器的输出电阻

输入信号同上, 根据图2—3所示测试电路, 测量 V_o 、 V_o' , 则

$$r_o = \frac{V_o - V_o'}{V_o'} R_L$$

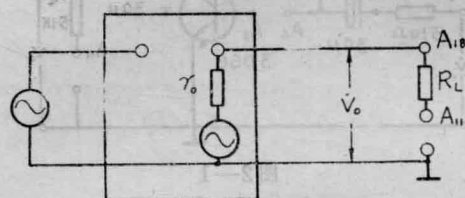


图2—3

式中 V_o 为未接负载电阻 R_L 时的输出电压, V_o' 为接入负载电阻 R_L 后的输出电压。

四、实验报告

1. 用实测的 β 、 I_C 数值估算电压放大倍数 A_v 、输入电阻 r_i 及输出电阻 r_o , 并与测量值相比较, 分析产生误差的原因。

2. 分析工作点位置对输出波形的影响。

五、预习要求和思考题

1. 预习附录中通用板的使用说明。

2. 复习单级放大电路的工作原理, 了解各元件的作用。

3. 静态工作点设置偏高 (或偏低), 是否一定会出现饱和 (或截止) 失真? 什么情况下出现? 什么情况下不一定出现? 为什么? (如有可能, 用实验验证分析的正确性)

4. 分析图2—4输出电压波形, 是什么类型的失真?

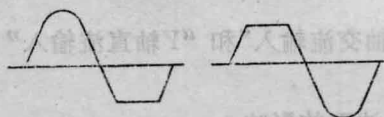


图2—4

实验三 RC耦合二级放大器

一、实验目的

1. 观察多级阻容耦合放大器的级间联系及相互影响。
2. 测定二级阻容耦合放大器的频率特性。

二、实验电路

由PNP型的3AX31构成工作点稳定的射极偏置二级放大电路。其电路图如图3—1所示。

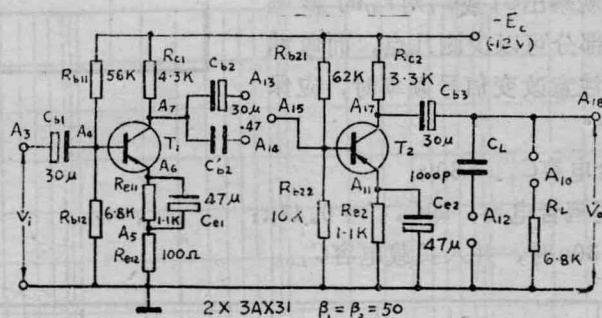


图3—1

三、实验内容和步骤

1. 测量各级静态工作点

- (1) 取 $C_{b2} = 30\mu$ ，接上负载电阻 R_L ，把实验板连成二级放大电路。
- (2) 输入端对地短路，测量并记录各级静态电位值 V_B 、 V_E 、 V_C （指对地电位），与估算值相比较。（注：测量 V_B 、 V_E 时，若出现 $V_E < V_B$ ，建议直接测量 V_{EB} ）

	V_B	V_E	V_C	V_{EB}
第一级				
第二级				

思考题：用MF—20型万用表测量3AX31的b、e极静态对地电位时，为什么有时会出现 $V_E < V_B$ 的测量误差？

2. 测量二级放大电路的电压放大倍数

实验电路同上。从输入端输入 $f = 1\text{KHz}$ 、 $V_i = 1\text{mV}$ 左右的正弦信号，用示波器观察并记录各级输出波形（建议用“外整步”，以 v_i 作为外整步信号，观察 v_i 与 v_{o1} 、 v_{o2} 的相位关系）。在波形不失真的情况下，测量各级输出电压，并计算电压放大倍数，与估算值相比较。

V_i		V_{O1}		V_{O2}		A_{V1}	A_{V2}	A_V
波 形	有效值	波 形	有效值	波 形	有效值			

3. 观察前后级间的相互影响

断开级间电容 C_{b2} ，构成二个单级放大器。输入信号同上，测量第一级的输出电压 V_{O1}' ，计算电压放大倍数，并与连级后所测数据相比较。

4. 测量二级放大器的幅频特性

输入 $V_i = 1\text{mV}$ 的正弦信号，在下列三种情况下，改变输入信号的频率，测量 V_o 。频率变化范围调节到能观察到 C_b 或 C_L 对 V_o 的影响为止，在特性平直部分可以少测几点，而弯曲部分应多测几点（注意改变信号频率时，应保持 V_i 大小不变）。

连 级		单 级	
V_{O1}	A_{V1}	V_{O1}'	A_{V1}'

(1) 级间耦合电容 $C_{b2} = 30\mu$;

(2) 改变级间耦合电容，即 $C_{b2}' = 0.47\mu$;

(3) 当 $C_{b2} = 30\mu$ 时，并入负载电容 C_L 。

$V_o(V)$ / $f(\text{Hz})$											
连接方式											
$C_{b2}' = 0.47\mu$											
$C_{b2} = 30\mu$											
$C_{b2} = 30\mu$ $C_L = 1000\text{p}$											

四、实验报告

1. 总结二级放大器前后级的相互影响。

2. 画出二级放大器的幅频特性曲线，求出相应的下限频率 f_L 和上限频率 f_H ，说明高低频段特性主要受哪些参数影响。

五、思考题

1. 根据电路参数值，估算各级静态工作点，计算电压放大倍数。

2. C_b 和 C_L 对频率特性的影响如何？

3. 在本实验电路中，在电路参数固定的情况下，当输出波形出现失真时，你如何解决？

4. 由PNP型锗管组成的放大电路与NPN型硅管电路有何差别？测试中应注意什么问题？

5. 若前级的输出不经 C_b 而直接接到后级的基极，对电路的工作有何影响？

参数: $E = 12V$ $R_1 = 10k\Omega$ $R_2 = 10k\Omega$

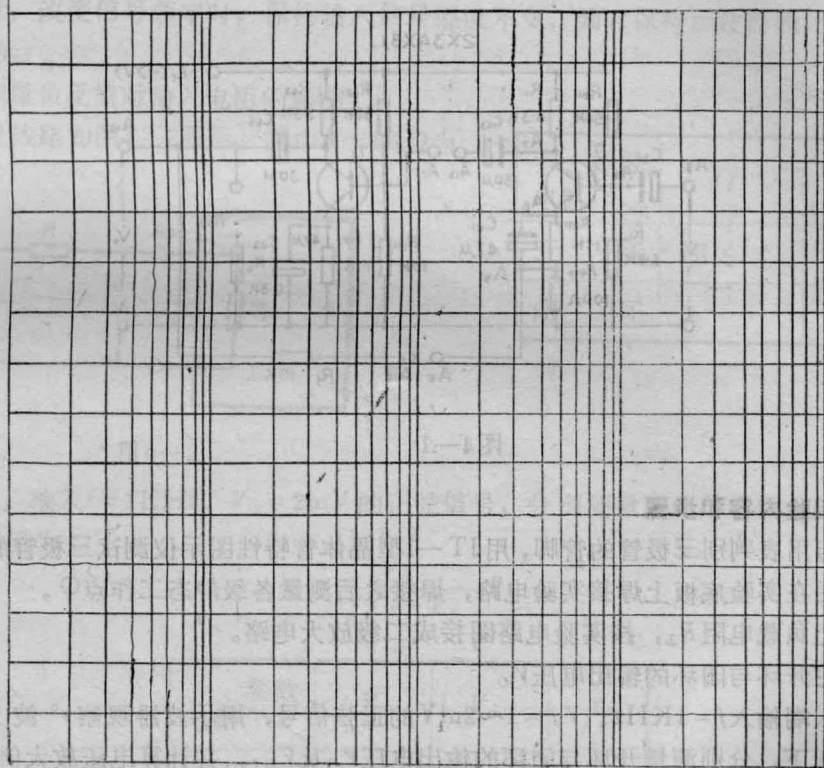
电路: **器大数对反四全实**

实验目的: 一

在开环与闭环两种情况下, 分别测出输出电压 V_o 与输入电压 V_i 的关系, 并验证其理论值。

实验步骤: 一

附 半对数坐标



被测大数	正由出能	V_i	输出
1	0.1	0.1	0.1
2	0.2	0.2	0.2
3	0.3	0.3	0.3
4	0.4	0.4	0.4
5	0.5	0.5	0.5
6	0.6	0.6	0.6
7	0.7	0.7	0.7
8	0.8	0.8	0.8
9	0.9	0.9	0.9
10	1.0	1.0	1.0

实验结果: 在开环情况下, 输出电压 V_o 与输入电压 V_i 成正比, 比例系数为 1。

在闭环情况下, 输出电压 V_o 与输入电压 V_i 成正比, 比例系数为 10。

实验结论: 通过实验, 验证了四全反数对大器的理论特性, 即在开环与闭环两种情况下, 输出电压与输入电压的关系符合理论预期。

实验四 负反馈放大器

一、实验目的

1. 按所给原理电路图，练习安装、焊接技术和学会检查、测量电路的工作状态。
2. 研究负反馈对放大器性能的影响。
3. 了解反馈放大器性能的一般测试方法。

二、实验电路

实验电路如图4—1所示（本实验与RC耦合二级放大器共用一块印刷电路板）。

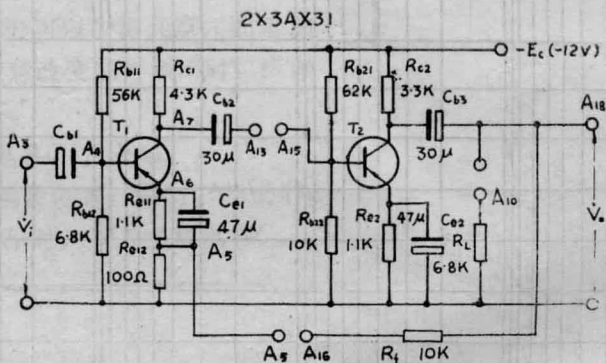


图4—1

三、实验内容和步骤

*1. 用万用表判别三极管的管脚，用JT—1型晶体管特性图示仪测试三极管的 β ，并按原理电路图在实验底板上焊接实验电路，焊接之后测量各级静态工作点①。

2. 接上负载电阻 R_L ，按实验电路图接成二级放大电路。

3. 测定开环与闭环的输出电压 V_o 。

从输入端输入 $f = 1\text{KHz}$ 、 $V_i = 1 \sim 2\text{mV}$ 的正弦信号，用示波器观察 v_o 波形。在不失真的情况下，分别测量开环与闭环的输出电压 V_o 及 V_{of} ，并计算电压放大倍数。

注意：开环时应将反馈电阻 R_f 接地。

4. 测量负反馈对放大倍数恒定性的影响

输入信号同上。将 E_c 从12V降到10V，分别测量开环与闭环情况下， E_c 改变前后输出电压值，以便比较放大倍数的恒定性。

参数 电路	V_i	输出电压	放大倍数
开 环			
闭 环			

①有关安装、焊接的注意事项可参看附录三。

参数 电路	$E_c = 12V$			$E_c = 10V$			$\frac{A_v - A_v'}{A_v}$
	V_i (mV)	V_o (V)	A_v	V_i (mV)	V_o' (V)	A_v'	
开 环							
闭 环							

5. 测量负反馈对频率特性的影响

在开环与闭环两种情况下，同样输入 $f = 1\text{KHz}$ 幅值适当的正弦信号，使 v_o 的峰—峰值在示波器上占满刻度，然后改变信号频率（减小和增加）直至示波器上的波形幅值缩小到原来的70%为止，记录相应的频率数值，即为下限频率 f_L 和上限频率 f_H 。

注意：改变信号频率时，保持输入信号幅值不变，同时保持示波器的“Y轴增幅”旋钮不动。

6. 测量负反馈对输入电阻的影响

测量线路如图4—2所示，其中 $R \approx 1\text{K}\Omega$ 为

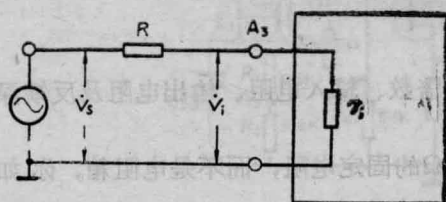


图4—2

参数 电路	f_L	f_H
开 环		
闭 环		

外接电阻。输入 $f = 1\text{KHz}$ 、 $V_s = 2\text{mV}$ 的正弦信号，分别测量开环与闭环时的 V_s 与 V_i ，则输入电阻为

$$r_i = \frac{V_i}{V_s - V_i} R$$

参数 电路	V_s	V_i	r_i
开 环			
闭 环			

7. 测量负反馈对输出电阻的影响

测量线路如图4—3所示，其中 R 为外接电阻。输入 $f = 1\text{KHz}$ 、 $V_i = 2\text{mV}$ 的正弦信号，在开环与闭环两种情况下，分别测量输出开路时的 V_o 值，然后并接电阻 R ，改变 R 值，使 V_o

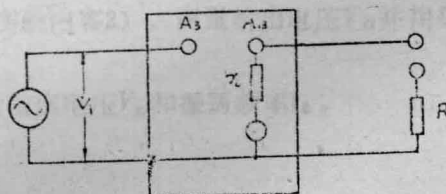


图4—3

降低到开路时的一半，记录此时的 R 数值，即为 r_o (r_{of})。

* 如有可能，亦可采用下列方法测试 (图 4—4)：输入端对地短路，负载开路，将 $f=1\text{KHz}$ 、 $V=1\text{V}$ 的正弦信号通过串接电阻 R 接入输出端，测量输出对地电压 V' ，则输出电阻为

$$r_o = \frac{V'}{I}$$

$$\text{其中 } I = \frac{V - V'}{R}$$

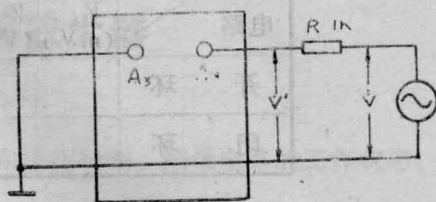


图 4—4

四、实验报告

1. 将实测的数据 A_v (A_{vf})、 r_i (r_{if})、 r_o (r_{of}) 与估算值进行比较，验证“ $1+AF$ ”的数量关系。

2. 验证 $A_{vf} \approx \frac{1}{F}$ 。

3. 总结电压串联负反馈对放大器性能的改善。

五、预习要求和思考题

1. 根据电路参数，计算开环与闭环的电压放大倍数、输入电阻、输出电阻及反馈深度。

2. 在测量输出电阻实验中，若给你一个 $R=4\text{K}\Omega$ 的固定电阻，而不是电阻箱，你如何测量输出电阻？

3. 在开环测试中，为什么要将反馈电阻 R_f 接地？

实验五 RC正弦波振荡器

一、实验目的

1. 加深理解RC振荡器的工作原理，验证振荡条件 $\dot{A} \cdot \dot{F} = 1$ 。
2. 了解负反馈强弱对振荡波形的影响以及热敏电阻的作用。
3. 了解场效应管以及NPN、PNP型半导体三极管的使用。
4. 学习用数字频率计测量振荡频率和用示波器外整步测量相位差的方法。

二、实验电路

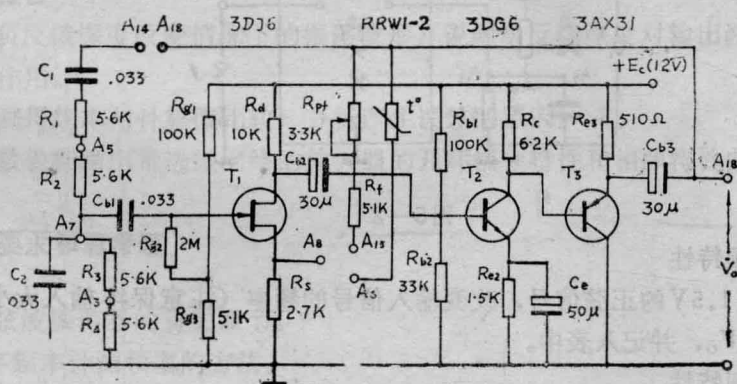


图5—1

三、实验内容和步骤

1. 手动调出振荡波形，观察负反馈强弱对输出波形的影响

接上选频网络和负反馈电路（ A_8 — A_{15} ），然后接通电源 $+E_c = 12V$ ，用示波器观察振荡器是否起振。调节电位器 R_{pf} ，观察和记录 v_o 波形的变化。最后将 R_{pf} 保持在使 v_o 波形不失真的位置上。

2. 自动起振，了解热敏电阻对振荡器起振和稳定不失真波形的作用

接上选频网络和热敏电阻负反馈电路，同时用示波器观察 v_o 波形的变化。

3. 测量输出电压 V_o 和振荡频率 f_o 。

(1) 当选频网络的电阻 $R = 11.2K$ 时（接线同实验内容2），测量输出电压 V_o 并用数字频率计测量振荡频率 f_o 。

(2) 当选频网络的电阻改为 $R = 5.6K$ 时，测量输出电压 V_o 和振荡频率 f_o 。

把上面的测量结果记入下表：

负反馈深度	v_o 波形
弱（右旋）	
强（左旋）	