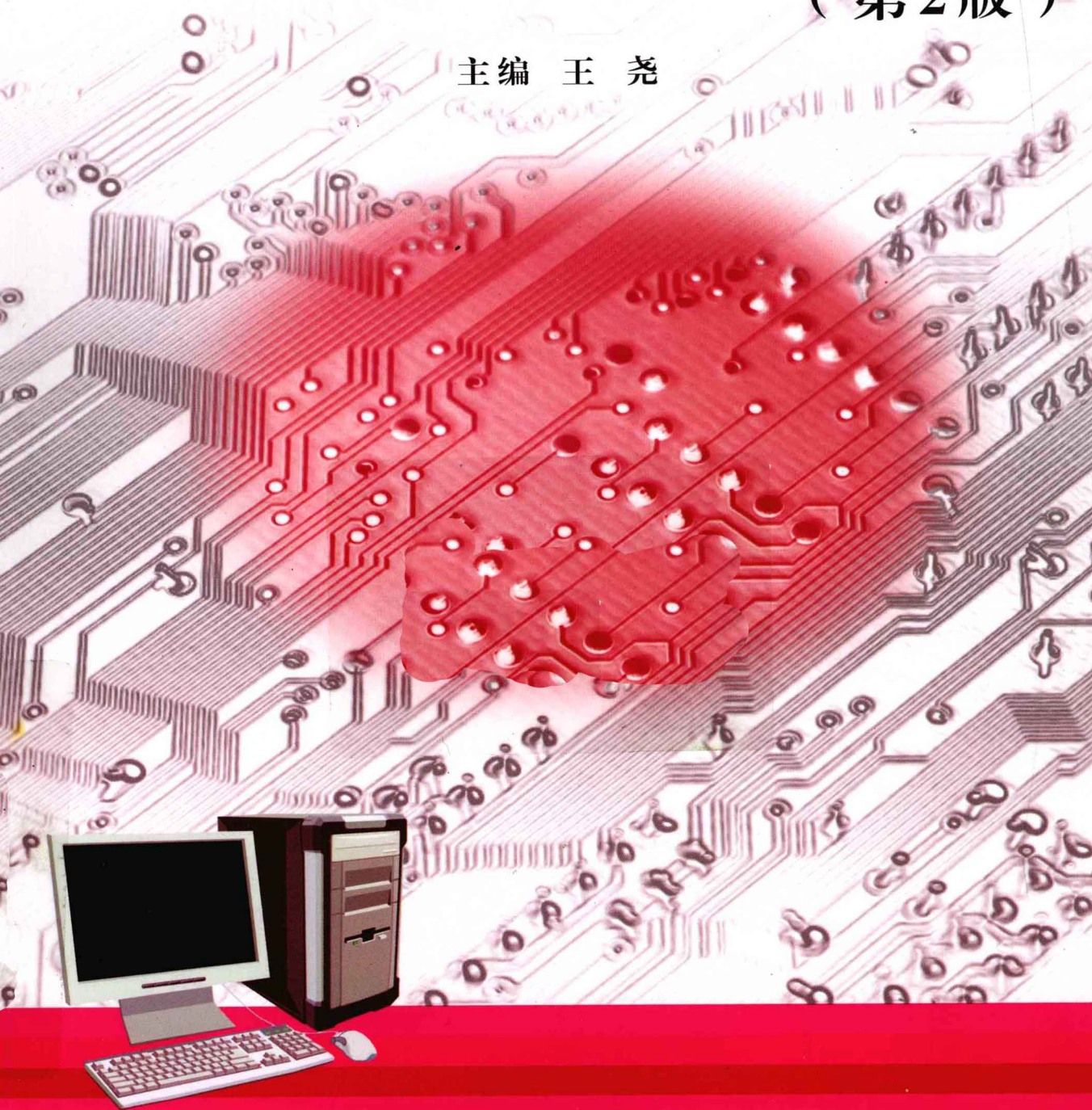


新世纪电工电子实践课程丛书

电子线路实践

(第2版)

主编 王尧



东南大学出版社

新世纪电工电子实践课程丛书

电子线路实践

(第2版)

主 编 王 尧

参 编 于维顺 徐莹隽 王 琼

主 审 刘京南

东南大学出版社

• 南 京 •

内 容 提 要

本书为东南大学《电工电子实践课程丛书》的第3本。本书是在多年教改实践的基础上,精选了常规内容,充实了模拟集成电路应用方面的内容,新增加了 MATLAB 应用实验编写而成的。全书共4篇:单级放大电路实验,模拟集成电路应用实验,高频电子线路实验, MATLAB 应用实验。全书含各类实验共28个。书末还有3个附录:常用晶体管和模拟集成电路、高频电子仪器和 MATLAB 简介及其操作。

本书可作为高等院校电气信息类(包括电子、通信、电气)各专业的电子线路实验教材,也可供从事电子工程设计与开发的技术人员参考之用。

图书在版编目(CIP)数据

电子线路实践/王尧主编. —2版. —南京:东南
大学出版社,2011.10

新世纪电工电子实践课程丛书

ISBN 978-7-5641-2693-3

I. ①电… II. ①王… III. ①电子电路-实验

IV. ①TN710-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 052207 号

电子线路实践(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 南京新洲印刷有限公司

开 本 787 mm×1092 mm 1/16

印 张 11.25

字 数 281千字

书 号 ISBN 978-7-5641-2693-3

版 次 2000年3月第1版 2011年10月第2版

印 次 2011年10月第1次印刷

印 数 1—3000册

定 价 26.00元

(凡因印装质量问题,请与我社读者服务部联系。电话:025-83792328)

第 2 版前言

本书第 1 版问世以来,深受广大读者的关注,随着教改的不断深入和电子技术的发展,决定在保留原书体例和主要内容的基础上,对书中部分内容作一次修改和补充。

本书是《新世纪电工电子实践课程丛书》的第 3 本,它是在东南大学多年教改实践,特别是近两届教学试点的基础上,为适应当前人才培养的要求,落实拓宽学科口径、强化工程实践训练、培养创新意识和提高综合素质,作为独立设课的《电子线路实践》课程而编写的教材。它适合于电气信息类专业选用。全书共分 4 篇:单级放大电路实验、模拟集成电路应用实验、高频电子线路实验和 MATLAB 软件应用实验。

本课程重在实践,从培养学生实践能力的要求出发,结合理论课程“模拟电子技术”(或“电子线路”)、“信号与系统”、“数学信号处理”及“自控原理与系统”,相对独立地安排实验与教学,两者密切结合、相辅相成。

本书是一本实践课程教材,和一般的电子技术理论教材及实验指导书不同,它具有以下几个主要特点:

(1) 课程体系新颖、内容覆盖面广。既包括了经过锤炼的必要的传统内容,如单级放大电路实验,又包括了建立在集成电路基础上的常用模拟信号处理与变换的内容,还适时地编入了反映先进信息技术最新发展的内容——MATLAB 软件及其在信号与系统、数字信号处理及自控原理等方面的应用实验。

(2) 在选编的 28 个实验中均以设计型为主,强调工程实用性,着眼于培养和提高学生的工程设计、实验调试及综合分析能力。

(3) 在实验手段与方式上,既重视硬件搭试能力的基本训练,又融入了 EWB 及 MATLAB 软件实验,这将为学学生尽快适应现代电子设计技术及后续课程学习打下良好的基础。

(4) 在编写上,既注意与相应理论课程的结合、呼应,又具有实践课程自身的体系与特色。每一实验都包含有实验原理、实验内容、预习要求、实验报告要求、思考问题以及所需仪器与元件等内容。旨在不仅要教会学生怎样去做,而

且要使学生弄懂为什么这样做,并启发学生向纵深方面进一步思考。

本书由王尧教授主编,由刘京南教授主审。书中:实验一、四、六、九、十、十三由王尧编写;实验二、五、八、十一、十二由于维顺编写;实验三、七、十四~十九由徐莹隽编写;实验二十~二十八由王琼编写。

本次修改与补充的部分为:差分放大器(实验三)及有源滤波器(实验七);模拟运算电路(实验五)和电平检测器(实验九);集成功率放大电路(实验十一)。以上三部分的修改与补充分别由徐莹隽、王尧和于维顺执笔。

再次感谢广大读者对本书的关心,并希望广大读者在使用本书的过程中继续提出宝贵批评和建议。

限于编者水平和编写时间仓促,书中不妥和错误之处,在所难免,敬请读者不吝指正。

编 者

于东南大学

2010年10月

目 录

第一篇 单级放大电路实验

实验一	单级低频电压放大电路	(1)
实验二	场效应管放大电路	(7)
实验三	差分放大电路(虚拟实验)	(10)

第二篇 模拟集成电路应用实验

实验四	通用集成运放基本参数测试	(16)
实验五	模拟运算电路	(21)
实验六	积分和电流、电压转换电路	(26)
实验七	RC 有源滤波器(虚拟实验)	(32)
实验八	波形产生电路	(42)
实验九	具有滞回特性的电平检测器(施密特触发器)	(48)
实验九-1	窗口比较器	(51)
实验十	精密整流电路	(53)
实验十一	集成低频功率放大电路	(55)
实验十二	集成稳压电源	(59)
实验十三	集成定时器应用	(68)
实验十四	锁相频率合成器	(74)

第三篇 高频电子线路实验

实验十五	高频电子仪器的使用	(82)
实验十六	LC 正弦波振荡器	(89)
实验十七	集成模拟相乘器	(93)
实验十八	幅度调制与检波器	(99)
实验十九	频率调制与解调	(103)

第四篇 MATLAB 软件应用实验

实验二十	熟悉 MATLAB 环境	(110)
实验二十一	离散时间信号与系统	(111)
实验二十二	卷积实验	(114)
实验二十三	零极点实验及其频响	(115)

实验二十四	信号调制与解调	(118)
实验二十五	滤波器设计	(119)
实验二十六	傅立叶变换	(122)
实验二十七	频率特性曲线	(125)
实验二十八	综合实验	(128)

附 录

附录一	常用晶体管和模拟集成电路	(130)
附录二	高频电子仪器	(144)
附录三	MATLAB 简介及其操作	(165)
参考文献		(174)

第一篇 单级放大电路实验

实验一 单级低频电压放大电路

一、实验目的

- (1) 通过对单级晶体管低频电压放大电路的工程估算、安装和调试,掌握放大器的主要性能指标及其测试方法;
- (2) 掌握二踪示波器、晶体管特性图示仪、函数发生器、交流毫伏表、直流稳压电源和模拟实验箱的使用方法。

二、实验原理

1. 静态工作点和偏置电路形式的选择

(1) 静态工作点

放大器的基本任务是不失真地放大信号。由于它的性能与静态工作点的位置及其稳定性直接相关,所以要使放大器能够正常工作,必须设置合适的静态工作点。

为了获得最大不失真的输出电压,静态工作点应该选在输出特性曲线上交流负载线中点的附近,如图 1-1 中的 Q 点。若工作点选得太高(如图 1-2 中的 Q_1 点)就会出现饱和失真;若工作点选得太低(如图 1-2 中的 Q_2 点)就会产生截止失真。

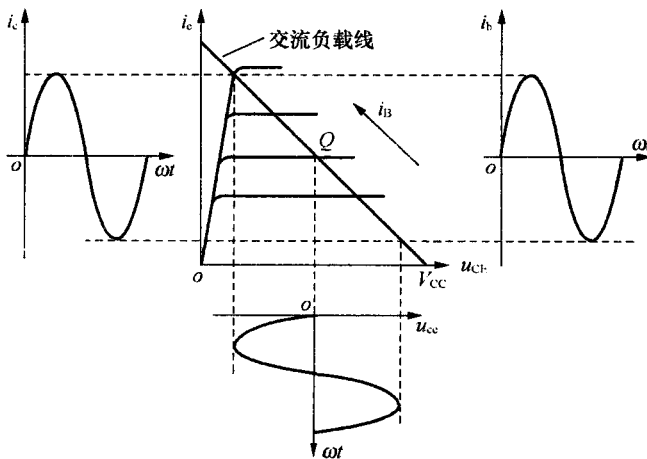


图 1-1 具有最大动态范围的静态工作点

对于小信号放大器而言,由于输出交流幅度很小,非线性失真不是主要问题,因而 Q 点不一定要选在交流负载线的中点,可根据其他指标要求而定。例如在希望耗电小、噪声低、

输入阻抗高时, Q 点就可选得低一些; 如希望增益高时, Q 点可适当选择高一些。

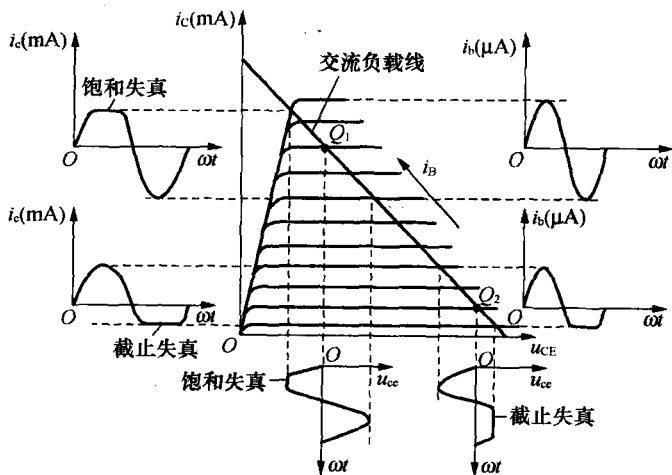


图 1-2 静态工作点设置不合适输出波形产生失真

为使放大器建立一定的静态工作点, 通常有固定和射极偏置电路(或分压式电流负反馈偏置电路)两种偏置电路可供选择。固定偏置电路结构简单, 但当环境温度变化或更换晶体管时, Q 点会明显偏移, 导致原先不失真的输出波形可能产生失真。而射极偏置电路(见图 1-3)则因具有自动调节静态工作点的能力, 当环境温度变化或更换晶体管时, 能使 Q 点保持基本不变, 因而得到了广泛应用。

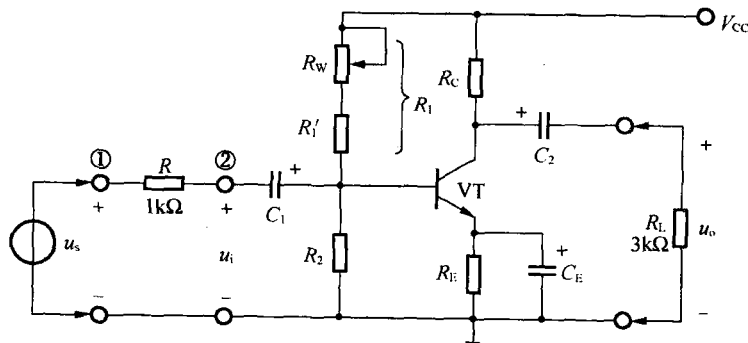


图 1-3 射极偏置电路

(2) 静态工作点的测量

接通电源后, 在放大器输入端不加交流信号即 $u_i = 0$ 时, 测量晶体管静态集电极电流 I_{CQ} 和管压降 U_{CEQ} 。其中 U_{CEQ} 可直接用万用表直流电压挡测量 c-e 极间的电压(或测 U_C 及 U_E , 然后相减)得到, 而 I_{CQ} 的测量有下述两种方法:

① 直接测量法 将万用表置于适当量程的直流电流挡, 断开集电极回路, 将两表棒串入回路中(注意正、负极性)测读。此法测量精度高, 但比较麻烦。

② 间接测量法 用万用表直流电压挡先测出 R_C (或 R_E) 上的电压降, 然后由 R_C (或 R_E) 的标称值算出 I_{CQ} ($I_{CQ} = U_{RC}/R_C$) 或 I_{EQ} ($I_{EQ} = U_{RE}/R_E$) 值。此法简便, 是测量中常用的

方法。为减少测量误差应选用内阻较高的万用表。

2. 放大器的主要性能指标及其测量方法

(1) 电压增益 $\dot{A}_u$

$\dot{A}_u$ 系指输出电压 $\dot{U}_o$ 与输入信号电压 $\dot{U}_i$ 之比值, 即 $\dot{A}_u = \dot{U}_o / \dot{U}_i$, A_u 用交流毫伏表测出输出电压的有效值 U_o 和输入电压的有效值 U_i 相除而得。

(2) 输入电阻 R_i

R_i 系指从放大器输入端看进去的交流等效电阻, 它等于放大器输入端信号电压 $\dot{U}_i$ 与输入电流 $\dot{I}_i$ 之比。即 $R_i = \dot{U}_i / \dot{I}_i$ 。

本实验采用换算法测量输入电阻, 测量电路如图 1-4 所示。在信号源与放大器之间串入一个已知电阻 R_s , 只要分别测出 U_s 和 U_i , 则输入电阻为:

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

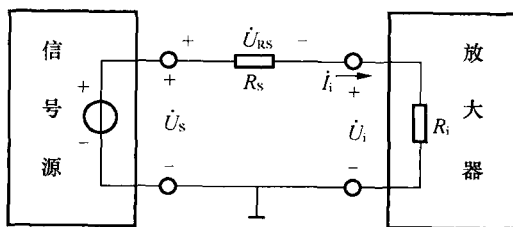


图 1-4 用换算法测量 R_i 的原理图

测量时应注意以下两点:

① 由于 R_s 两端均无接地点, 而交流毫伏表通常是测量对地交流电压的, 所以在测量 R_s 两端的电压时, 必须先分别测量 R_s 两端的对地电压 U_s 和 U_i , 再求其差值 $U_s - U_i$ 而得。实验时, R_s 的数值不宜取得过大, 以免引入干扰; 但也不宜过小, 否则容易引起较大误差。通常取 R_s 与 R_i 为同一个数量级。

② 在测量之前, 交流毫伏表应该调零, 并尽可能用同一量程挡测量 U_s 和 U_i 。

(3) 输出电阻 R_o

R_o 系指将输入电压源短路, 从输出端向放大器看进去的交流等效电阻。它和输入电阻 R_i 同样都是对交流而言的, 即都是动态电阻。用换算法测量 R_o 的原理如图 1-5 所示。

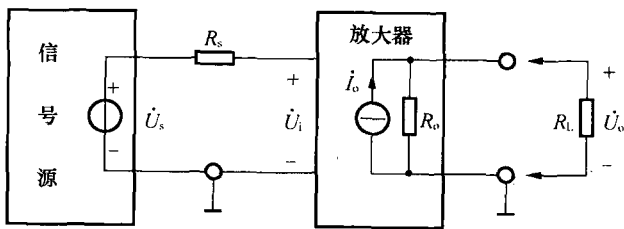


图 1-5 用换算法测量 R_o 的原理图

在放大器输入端加入一个固定信号电压 $\dot{U}_s$ 分别测量当已知负载 R_L 断开和接上时的输出电压 U_o 和 U'_o , 则 $R_o = (U_o/U'_o - 1)R_L$ 。

(4) 放大器的幅频特性

放大器的幅频特性系指在输入正弦信号时放大器电压增益 A_u 随信号源频率而变化的稳态响应。当输入信号幅值保持不变时, 放大器的输出信号幅度将随着信号源频率的高低而改变, 即当信号频率太高或太低时, 输出幅度都要下降, 而在中间频带范围内, 输出幅度基本不变。通常称增益下降到中频增益 A_{VM} 的 0.707 倍时所对应的上限频率 f_H 和下限频率 f_L 之差为放大器的通频带。即

$$f_{BW} = f_H - f_L$$

一般采用逐点法测量幅频特性, 保持输入信号电压 U_i 的幅值不变, 逐点改变输入信号的频率, 测量放大器相应的输出电压 U_o , 由 $A_u = U_o/U_i$ 计算对应于不同频率下放大器的电压增益, 从而得到该放大器增益的幅频特性。用单对数坐标纸将信号源频率 f 用对数分度、放大倍数 A_u 取线性分度, 即可作出幅频特性曲线。

三、实验内容

1. 安装电路

(1) 检测元件: 用万用表测量电阻的阻值, 判断电容器好坏, 并用 JT-1 型图示仪测量三极管的 β 、 B_{ces} 、 $U_{(BR)ceo}$ 等参数。

(2) 装接电路: 按照图 1-3 所示的电路, 在模拟实验箱的面板上装接元件。要求元件排列整齐, 密度匀称, 避免互相重叠, 连接线应短并尽量避免交叉, 对电解电容器应注意接入电路时的正、负极性; 元件上的标称值字符朝外以便检查; 一个插孔内只允许插入一根接线。

(3) 仔细检查: 对照电路图检查是否存在错接、漏接或接触不良等现象。并用万用表电阻挡检查电源端与地接点之间有无短路现象, 以避免烧坏电源设备。

2. 连接仪器

用探头和接插线将信号发生器、交流毫伏表、示波器、稳压电源与实验电路的相关接点正确连接起来。并注意以下两点:

(1) 各仪器的地线与电路的地应公共接地。

(2) 稳压电源的输出电压应预先调到所需电压值(用万用表测量), 然后再接到实验电路中。

3. 研究静态工作点变化对放大器性能的影响

(1) 调整 R_w , 使静态集电极电流 $I_{CQ} = 2 \text{ mA}$, 测量静态时晶体管集电极-发射极之间电压 U_{CEQ} 。

(2) 在放大器输入端输入频率为 $f = 1 \text{ kHz}$ 的正弦信号, 调节信号源输出电压 U_s 使 $U_i = 5 \text{ mV}$, 测量并记录 U_s 、 U_o 和 U'_o , 并记入表 1-1 中。注意: 用二踪示波器监视 U_o 及 U_i 波形时, 必须确保在 U_o 基本不失真时读数。

表 1-1 静态工作电流对放大器 A_u 、 R_i 及 R_o 的影响

静态工作点电流 I_{CQ} (mA)		1.5	2	2.5
保持输入信号 U_i (mV)		5	5	5
测 量 值	U_S (mV)			
	U_o (V)			
	U'_o (V)			
由测量数据 计 算 值	A_u			
	R_i (k Ω)			
	R_o (k Ω)			

(3) 重新调整 R_w 使 I_{CQ} 分别为 1.5 mA 和 2.5 mA, 重复上述测量, 将测量结果记入表 1-1 中, 并计算放大器的 A_u 、 R_i 、 R_o 。

4. 观察不同静态工作点对输出波形的影响

(1) 增大 R_w 的阻值, 观察输出电压波形是否出现截止失真(若 R_w 增至最大, 波形失真仍不明显, 则可在 R_i 支路中再串一只电阻或适当加大 U_i 来解决), 描出失真波形。

(2) 减小 R_w 的阻值, 观察输出波形是否出现饱和失真, 描出失真波形。

5. 测量放大器的最大不失真输出电压

分别调节 R_w 和 U_S , 用示波器观察输出电压 U_o 波形, 使输出波形为最大不失真正弦波(当同时出现正、负向失真后, 稍微减小输入信号幅度, 使输出波形的失真刚好消失时的输出电压幅值)。测量此时静态集电极电流 I_{CQ} 和输出电压的峰-峰值 U_{opp} 。

6. 测量放大器幅频特性曲线

调整 $I_{CQ}=2$ mA, 保持 $U_i=5$ mV 不变, 改变信号频率, 用逐点法测量不同频率下的 U_o 值, 记入表 1-2 中, 并作出幅频特性曲线, 定出 3 dB 带宽 f_{BW} 。

表 1-2 放大器的幅频特性($U_i=5$ mV 时)

f (kHz)	0.1	自 定
U_o (V)		

四、预习要求

(1) 掌握小信号低频电压放大器静态工作点的选择原则和放大器主要性能指标的定义及其测量方法。

(2) 复习射极偏置的单极共射低频放大器工作原理(见图 1-1)、静态工作点的估算及 A_u 、 R_i 、 R_o 的计算。

(3) 在图 1-6 中标出各仪器与模拟实验底板间的正确连线。

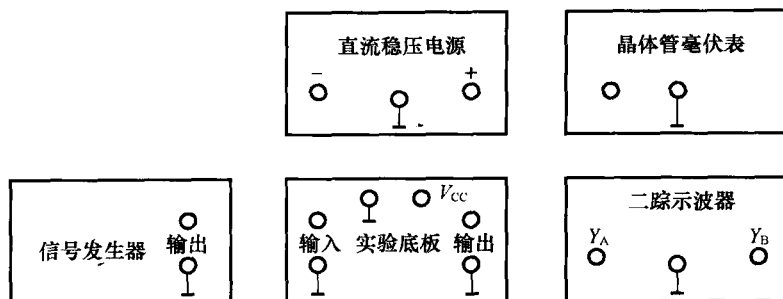


图 1-6 待连接的测量仪器与实验底板

五、实验报告要求

- (1) 画出实验电路图,并标出各元件数值。
- (2) 整理实验数据,计算 A_u 、 R_i 、 R_o 值,列表比较其理论值和测量值,并加以分析。
- (3) 讨论静态工作点变化对放大器性能(失真、输入电阻、电压放大倍数等)的影响。
- (4) 用单对数坐标纸画出放大器的幅频特性曲线,确定 f_H 、 f_L 、 A_{vw} 和 f_{BW} 值。
- (5) 用方格纸画出本实验内容 4 和 5 中有关波形,并加以分析讨论。

六、思考题

- (1) 如将实验电路中的 NPN 管换为 PNP 管,试问:
 - ① 这时电路要做哪些改动才能正常工作?
 - ② 经过正确改动后的电路其饱和失真和截止失真波形是否和原来相同? 为什么?
- (2) 图 1-3 电路中上偏置串接 R'_1 起什么作用?
- (3) 在实验电路中,如果电容器 C_2 漏电严重,试问当接上 R_L 后,会对放大器性能产生哪些影响?
- (4) 射极偏置电路中的分压电阻 R_1 、 R_2 若取得过小,将对放大电路的动态指标(如 R_i 及 f_L)产生什么影响?
- (5) 图 1-3 电路中的输入电容 C_1 、输出电容 C_2 及射极旁路电容 C_E 的电容量选择应考虑哪些因素?
- (6) 图 1-3 放大电路的 f_H 、 f_L 与哪些参数有关?
- (7) 图 1-3 放大电路在环境温度变化及更换不同 β 值的三极管时,其静态工作点及电压放大倍数 A_u 能否基本保持不变,试说明原因。

七、实验仪器和器材

(1) 晶体管特性图示仪	JT-1 型	1 台
(2) 二踪示波器	YB4320 型	1 台
(3) 函数发生器	YB1638 型	1 台
(4) 直流稳压电源	DF1701S 型	1 台

(5) 交流毫伏表	SX2172 型	1 台
(6) 模拟实验箱		1 台
(7) 万用表	MF30 型	1 台
(8) 3DG6(或 9013 1 只)	阻容元件若干	

实验二 场效应管放大电路

一、实验目的

- (1) 通过对场效应管共漏极电路的工程估算和安装调试,掌握场效应管的特点和场效应管基本放大电路的设计方法;
- (2) 进一步熟悉二踪示波器等有关仪器的使用方法和基本放大电路的主要性能指标的测试。

二、实验原理

为了设计安装好场效应管放大器,必须了解场效应管的特点及其调试方法。

1. 场效应管的特点

场效应管与双极型晶体管比较有如下特点:

- (1) 场效应管为电压控制型元件;
- (2) 输入阻抗高(尤其是 MOS 场效应管);
- (3) 噪声系数小;
- (4) 温度稳定性好,抗辐射能力强;
- (5) 结型管的源极(S)和漏极(D)可以互换使用,但切勿将栅(G)源(S)极电压的极性接反,以免 PN 结因正偏过流而烧坏。对于耗尽型 MOS 管,其栅源偏压可正可负,使用较灵活。

和双极型晶体管相比场效应管的不足之处是共源跨导 g_m 值较低(只有 ms 级),MOS 管的绝缘层很薄,极易被感应电荷所击穿。因此,在用仪器测量其参数或用烙铁进行焊接时,都必须使仪器、烙铁或电路本身具有良好的接地。焊接时,一般先焊 S 极,再焊其他极。不用时应将所有电极短接。

2. 偏置电路和静态工作点的确定

与双极型晶体管放大器一样,为使场效应管放大器正常工作,也需选择恰当的直流偏置电路以建立合适的静态工作点。

场效应管放大器的偏置电路形式主要有自偏压电路和分压器式自偏压电路(增强型 MOS 管不能采用自偏压电路)两种。

本实验要求安装调试一个由结型场效应管 3DJ7 构成的共漏极放大器——源极输出器,如图 2-1 所示。采用分压器式自偏压电路,由电路的直流通路可得:

$$U_{GS} = \frac{V_{DD}R_{g2}}{R_{g1} + R_{g2}} - I_D R_S$$

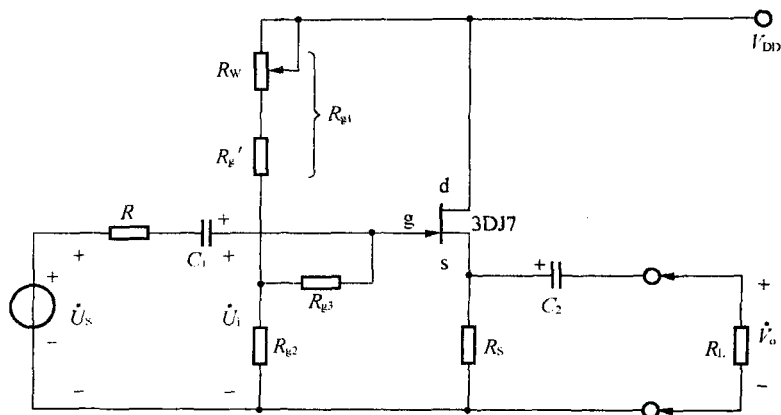


图 2-1 共漏极放大器

可见,只要选择不同的电路参数,就可得到适合各类场效应管放大器工作所需的 U_{GSQ} 和 I_{DQ} 值,通常用电位器 R_W 调整静态工作点。

3. 测试方法

本实验的测试方法和实验一基本相同。

为了用换算法测量放大器的输入电阻,在输入回路串接已知阻值的电阻 R ,但必须注意,由于场效应管放大器的输入阻抗很高,若仍用直接测量电阻 R 两端对地电压 U_S 和 U_i 进行换算的方法,将会产生两个问题:(1) 由于场效应管放大器 R_i 高,测量时会引入干扰;(2) 测量所用的电压表的内阻必须远大于放大器的输入电阻 R_i ,否则将会产生较大的测量误差。为了消除上述干扰和误差,可以利用被测放大器的隔离作用,通过测量放大器输出电压来进行换算得到 R_i 。图 2-2 为测量高输入阻抗的原理图。方法是:先闭合开关 $S(R=0)$,输入信号电压 U_S ,测出相应的输出电压 $U_{o1} = |A_u| U_S$,然后断开 S ,测出相应的输出电压 $U_{o2} = |A_u| U_i = |A_u| U_S \frac{R_i}{R+R_i}$,因为两次测量中 $|A_u|$ 和 U_S 是基本不变的。

所以

$$R_i = \frac{U_{o2}}{U_{o1} - U_{o2}} R$$

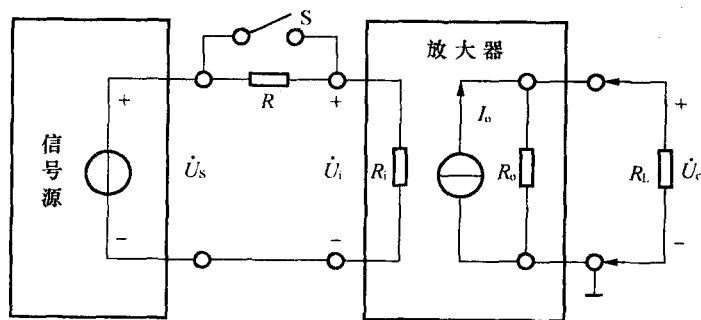


图 2-2 测量高输入阻抗的原理图

三、实验内容

1. 用 JT-1 型晶体管特性图示仪测试场效应管的输出特性和转移特性,用方格纸描绘其特性曲线,标明坐标数值,确定 I_{DSS} 和 U_P 值。

2. 在上述特性曲线上选择好静态工作点 U_{GSQ} 和 I_{DQ} ,并估算该工作点处的跨导 g_m ($g_m = \frac{\Delta i_D}{\Delta u_{GS}}|_{U_{DSQ}}$) 值。

3. 根据预先设计好的图 2-1 电路,在面包板上装好元件,检查无误后接通电源。

4. 调节电位器 R_W ,使 U_{DSQ} 满足设计要求。

5. 测量放大器电压放大倍数 A_u 。

由函数发生器输入 $f=1\text{ kHz}$ 的正弦信号 U_s ,调节信号源电压 U_s 大小,用二踪示波器观察共漏电路的同相跟随特性。并在放大器输出电压较大而不失真的条件下,测量 U_o 、 U_i ,计算 A_u 值。

6. 测量输入电阻 R_i 和输出电阻 R_o 。

测试条件同上,由换算法测量 R_i 和 R_o 。

7. 用二踪示波器监视 U_i 及 U_o 波形,逐渐增大输入电压 U_i ,读取最大不失真输出电压值。

8. 用示波器测量上、下限截止频率。

输入 1 kHz 正弦信号,调节输入电压 U_s 使输出波形不失真(如 $U_s=0.3\text{ V}$),调整示波器的“V/div”及其微调旋钮使显示的 U_o 波形高度正好为 5 格。保持输入信号 U_s 大小不变(由交流毫伏表监视),分别将信号源频率向高频及低频调节, U_o 波形的幅度将会随频率的变化而逐渐减小,当在频率的高端及低端波形幅度下降到最大幅度的 0.7 倍时,所对应的信号源的频率就是被测放大器的上限截止频率 f_H 及下限截止频率 f_L 。

四、预习要求

(1) 复习场效应管的特点及场效应管放大器的工作原理。

(2) 设计一个高输入阻抗的场效应管共漏极放大器,要求: $A_u \approx 1$ ($R_L = 10\text{ k}\Omega$), $R_i = 500\text{ k}\Omega$, $R_o \leq 10\text{ k}\Omega$, $f_L \leq 20\text{ Hz}$, $f_H \geq 20\text{ kHz}$ 。

五、实验报告要求

(1) 用方格纸描绘出场效应管输出特性曲线和转移特性曲线,并标明坐标刻度及主要参数值。

(2) 列出共漏极放大器设计步骤、计算公式及计算结果。

(3) 对实验数据进行整理分析讨论。

六、思考题

(1) 能否用万用表判别结型场效应管的沟道类型及好坏? 若可以,请写出判别方法。

(2) 用万用表的直流电压挡直接测量场效应管的 U_{GSQ} 存在什么缺点?

(3) 当输入信号电压不断增大时,共漏电路的最大不失真输出电压受什么条件限制?

七、实验仪器和器材

(1) 晶体管特性图示仪	JT-1 型	1 台
(2) 二踪示波器	YB4320 型	1 台
(3) 函数发生器	YB1638 型	1 台
(4) 直流稳压电源	DF1701S 型	1 台
(5) 交流毫伏表	SX2172 型	1 台
(6) 模拟实验箱		1 台
(7) 万用表	MF30 型	1 台

实验三 差分放大器(虚拟实验)

一、实验目的

1. 通过实验加深理解差分放大电路的基本性能特点;
2. 通过实验理解失调对差分放大器性能的影响;
3. 掌握利用 MultiSim 软件的高级分析功能分析电路性能,测量电路指标的方法。

二、实验原理

差分放大器,又称差动放大器(简称差放),是一种基本放大电路,它不仅可与另一级差放直接级联,而且它具有优异的差模输入特性。它几乎是所有集成运放、模拟乘法器、电压比较器等电路的输入级,又几乎完全决定着这些电路的差模输入特性、共模抑制特性、输入失调特性和噪声特性。

1. 差模信号和共模信号

差模输入信号是指加在差分放大器两输入端的数值相等、极性相反的一对信号,表示为:

$$U_{i1} = -U_{i2} = \frac{U_{id}}{2} \quad U_{i1} - U_{i2} = U_{id}$$

共模输入信号是指加在差分放大器两输入端的数值相等、极性相同的一对信号,表示为:

$$U_{i1} = U_{i2} = U_{ic}$$

同理,差模输出信号可表示为: $U_{o1} - U_{o2} = U_{od}$

共模输出信号可表示为: $U_{o1} = U_{o2} = U_{oc}$

2. 单端输入(输出)和双端输入(输出)

差分放大器的输入输出方式有单端和双端两种,若差分放大器的两输入端中的一端加信号,另一端接地,则称为单端输入,若两端都加信号则称为双端输入。

同样若差分放大器中的输出信号从其中任一集电极中取出,称为单端输出,而若输出信号从两个集电极之间取出,称为双端输出或浮动输出。