

实验三 两级放大电路

3.1 实验目的

1. 了解 N 沟道结型场效应管的特性和工作原理。
2. 熟悉两级放大电路的设计和调试方法。
3. 学习使用 Multisim 分析、测量场效应管和两级放大电路的方法。

3.2 实验内容

本次实验内容分为必做和选做两部分。在搭建与测量硬件电路前，要求先进行理论计算和电路仿真。测量结束后对实测值、仿真值、理论计算值进行对比，分析测量误差大小及产生误差的主要原因。

3.2.1 实验内容 1

实验电路如图1所示，设计并实现一个由共漏放大电路和共射放大电路组成的两级放大电路。通过调节电阻 R_{g1} 、 R_{g2} 、 R_s 和 R_{b1} 改变电路静态工作点；并要求电路的动态参数两级电压放大倍数 $A_u \geq 110$ ，输入电阻 $R_i \geq 1M\Omega$ 。

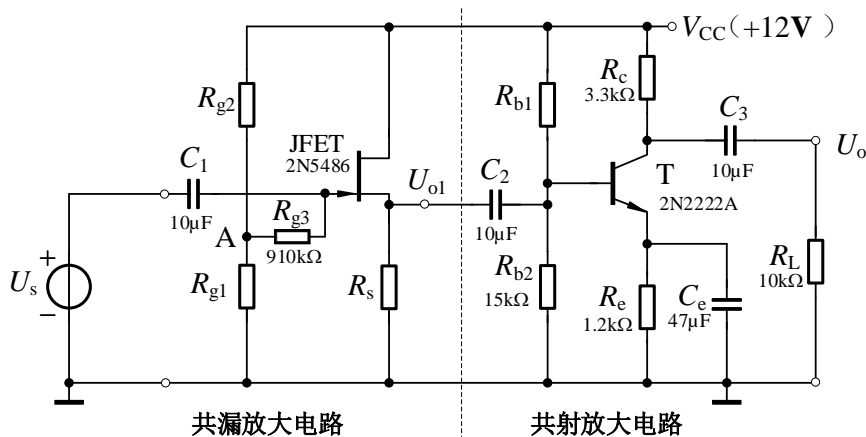


图 1 两级放大电路

1. N 沟道结型场效应管 2N5486 的特性曲线（只做仿真测量）

测量 2N5486 的输出特性和转移特性曲线进行仿真，并测量 I_{DSS} 和使 i_D 约等于 $5\mu A$ 时的 $U_{GS(off)}$ 。2N5486 的主要参数见附录。

2. 放大电路静态工作点

(1) 第一级电路：设计与调节电阻 R_{g1} 、 R_{g2} 、 R_s ，使 I_{DQ} 约为 $2mA$ ， $U_{GDQ} < -4V$ ，记录 U_{GSQ} 、 U_A 、 U_S 、 U_{GDQ} 。 R_{g1} 、 R_{g2} 的阻值建议为大于等于 $100k\Omega$ 。

(2) 第二级电路：调节 R_{b1} ，使 I_{CQ} 约为2mA， $U_{CEQ} = 2 \sim 3V$ 。记录 U_{CEQ} 。

3. 放大电路的主要性能指标

输入信号有效值 $U_s \approx 5mV$ 、频率 $f \approx 10kHz$ ，测量 \dot{A}_{u1} 、 \dot{A}_u 、 R_i 、 R_o 。

注：高阻值输入电阻的测量方法见《实验一 单管放大电路》。

3.2.2 实验内容 2

多级放大电路频率的定性分析：

1. 将图1中两级放大电路的第一级与第二级电路断开，分别测量第一级和第二级的电压放大倍数 \dot{A}_{u1} 、 \dot{A}_{u2} 。两级放大电路的电压放大倍数是否为 $\dot{A}_u = \dot{A}_{u1} * \dot{A}_{u2}$ ？为什么？

2. 测量两级放大电路的 f_L 、 f_H ，与实验二单管放大电路中的 f_L 、 f_H 作对比。

3.3 实验要求

1. 实验中要将直流电源、信号源、示波器等电子仪器和实验电路共地，以免引起干扰。
2. 测量 R_w 的阻值时，必须断电、断开电阻所在支路的连线。
3. 测量放大电路的各项动态性能指标时，要始终用示波器监视输入、输出波形。只有在输入输出信号不失真的情况下进行测量才有意义。
4. 请注意电解电容的正负极，将正极接入电路中电位相对较高的一端。
5. 两级放大电路的输入电阻 $R_i \geq 1M\Omega$ 。测量时，需要使用高阻值输入电阻的测量方法。（见《实验二 单管放大电路》附录）。
6. 测试图1电路的静态工作点时应通过测量A点电位得到 U_{GQ} 。

3.4 预习要求

1. 估算图1两级放大电路的 \dot{A}_{u1} 、 \dot{A}_u 、 R_i 、 R_o 。
2. 场效应管特性曲线仿真测量方法参见课程文件——《Multisim电子电路仿真方法和样例》。
3. 拟定各项测量内容的操作步骤，设计好实验数据记录表格，表格中应含有“理论值、仿真值、实测值”等栏目。
4. 实验课前对电路进行仿真测量。实验课上将检查仿真文件和测量结果。

3.5 实验报告

1. 整理实验数据，对数据进行理论分析，并将仿真数据、测量值与理论计算值进行比较，分析其误差及产生误差的主要原因。
2. 实验中若电路出现故障，请分析故障原因。
3. 总结、分析发射极电阻对放大电路动态参数的影响。
4. 总结放大电路主要性能指标的测量方法。
5. 回答思考题。

3.6 思考题

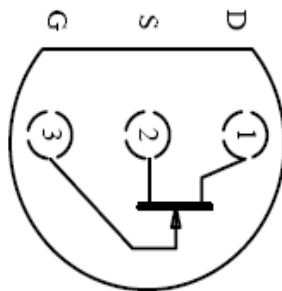
在图1 所示电路中：

1. 为使共漏放大电路的静态工作电流为 $1.5\text{mA} \sim 3.5\text{mA}$ ，源极电阻 R_s 应该在什么范围内取值？请结合仿真结果进行分析。
2. 已知实验室配备的万用表内阻约为 $1\text{M}\Omega$ ，在调试共漏放大电路的静态工作点时，为什么通过测量A点电位来得到栅极电位，而不直接测栅极电位？
3. 分压电阻 R_{g1} 、 R_{g2} 应该如何取值？

附录：N 沟道结型场效应管 2N5486 的主要参数

参数典型值为： $U_{GS(off)} \approx -3 \sim -4\text{V}$ ， $I_{DSS} \approx 8 \sim 14\text{mA}$ 。

2N5486 俯视图如附图 1 所示。



附图 1 2N5486 俯视图