

实验二 两级放大电路实验

2017 年春季学期

一、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. 进一步熟悉基于 Multisim 的电路设计和测试方法。

二、预习要求

请仔细阅读网络学堂中的 ppt 和本文档，进行必要的理论估算和仿真，完成电路参数设计。拟定测试方法、步骤和数据表格，写出预习报告。实验室安装的软件版本为 Multisim 11.0。

三、实验任务

设计和实现一个由 N 沟道结型场效应管和 NPN 型晶体管组成的阻容耦合两级放大电路。结型场效应管的型号是 2N5486，构成共漏放大电路；晶体管的型号是 9011，构成共射放大电路。

两级放大电路的静态和动态参数要求如下：

- 1) 放大电路的静态电流 I_{DQ} 和 I_{CQ} 均约为 2mA；结型场效应管的管压降 $U_{GDQ} < -4V$ ，晶体管的管压降 $U_{CEQ} = 2 \sim 3V$ ；
- 2) 两级放大电路的输入电阻约为 $100k\Omega$ ，负载电阻为 $100k\Omega$ 时的电压放大倍数的数值 ≥ 100 。

四、实验参考电路

两级放大电路的参考电路如图 1 所示。图中 R_{g3} 选择 $910k\Omega$ ， R_{g1} 、 R_{g2} 的阻值建议为大于等于 $100k\Omega$ ； C_1 的容值建议为 $1\mu F$ ， $C_2 \sim C_3$ 的容值建议为 $10\mu F$ ， C_e 的容值建议为 $47\mu F$ 。此外，输入端并联的电阻 R 和负载电阻 R_L 均为 $100k\Omega$ 。

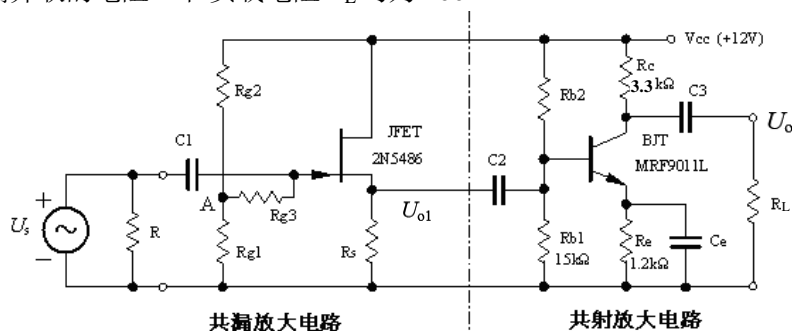


图 1 两级放大电路参考电路

同学们也可以自行采用其它电路形式构成符合要求的两级放大电路。

五、实验内容

按照“先单级后多级”、“先静态后动态”的原则，完成两级放大电路的设计、调试和测试。具体如下（其中第 1~3 项为必做内容，第 4 项为选做内容）：

1. N 沟道结型场效应管 2N5486 的特性曲线测试

在 Multisim 中，对 2N5486 的输出特性和转移特性曲线进行仿真测试，并测出 g_m 、 I_{DSS} 和 $u_{GS(off)}$ ($i_D=5\mu A$ 时的 u_{GS})。2N5486 的主要参数见附录。

2. 共漏放大电路的调试

1) 静态工作点的调整和测试

借助理论估算和仿真，合理选择 R_{g1} 、 R_{g2} 和 R_s 的阻值，使得静态工作点满足： I_{DQ} 约为 2mA， $U_{GDQ} < -4V$ 。测试并记录电路参数及静态工作点的相关数据（ I_{DQ} ， U_{GSQ} ， U_A ， U_s ， U_{GDQ} 、 R_s ）。

2) 动态特性的测试

输入正弦信号 U_s ，峰-峰值为 200mV，频率为 10kHz，测量并记录你所设计的共漏放大电路的电压放大倍数 $\dot{A}_{u1} = \dot{U}_{o1}/\dot{U}_s$ 和输入电阻 R_i 。

3. 两级放大电路的组成和调试

1) 共射放大电路的静态工作点：对实验一中的电路进行恢复调试，通过调节 R_{b2} ，使得静态工作点满足： I_{CQ} 约为 2mA， $U_{CEQ} = 2 \sim 3V$ 。记录电路参数及静态工作点的相关数据（ I_{CQ} ， U_{CEQ} ）。（注意：请将负载电阻更换为 100 k Ω ）

2) 两级放大电路的静态工作点：通过电容 C_2 将共漏放大电路和共射放大电路级联在一起，构成两级放大电路。对级联后的静态工作点 I_{DQ} 和 I_{CQ} 进行测试，并和单级静态工作点进行比较。（注意：请注意电容的极性，正极接在静态工作电位相对较高的一端）

3) 两级放大电路的动态特性：输入正弦信号 U_s ，峰-峰值为 20mV，频率为 10kHz，测量并记录电路的电压放大倍数 $\dot{A}_{u1} = \dot{U}_{o1}/\dot{U}_s$ 、 $\dot{A}_u = \dot{U}_o/\dot{U}_s$ 、输入电阻 R_i 和输出电阻 R_o 。

4. 频率响应特性测试

对两级放大电路的上限截止频率 f_H 和下限截止频率 f_L 进行测量。

六、实验注意事项

1. 实验中要将学习机、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，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特性时，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。

七、实验报告要求

请在网络学堂提交电子版实验报告。报告内容包括：仿真电路图、仿真波形及数据记录；硬件实验内容、测试方法和步骤、实验数据记录及相应分析，在实验中遇到的问题及解决方法（出现的故障、原因查找、解决方法等）、实验体会（如有）。

附录：N 沟道结型场效应管型号和主要参数

实验中采用的 2N5486 为 N 沟道结型场效应管，参数典型值为：
 $U_{GS(off)} = -3 \sim -4V$ ， $I_{DSS} = 10 \sim 15mA$ 。

2N5486 采用 TO-92 封装，俯视图如图 2 所示。

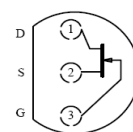


图 2 2N5486 俯视图