

華中科技大學

电子线路实验报告

共源放大电路设计、仿真与实现

院 系 电子信息与通信学院

专业班级 信卓 2201 班

姓 名 董浩

学 号 U202213781

指导教师 陈林

2023 年 10 月 23 日

目 录

1	实验名称	1
2	实验目的	1
3	实验元器件	1
4	实验任务	2
4.1	MOSFET 输出特性曲线仿真	2
4.2	MOSFET 转移特性曲线仿真	3
4.3	MOSFET 共源放大电路安装、调试及测试	4
5	实验原理	5
6	实验过程	5
7	实验分析	5
8	实验总结	5

1 实验名称

共源放大电路设计、仿真与实现。

2 实验目的

1. 了解共源放大电路工作原理。
2. 熟悉 pspice 软件使用。
3. 掌握共源放大电路参数调整方法；
4. 掌握共源放大电路的基本原理与参数测量方法
5. 掌握分立元件复杂电路搭建与调试方法；

3 实验元器件

名称	型号（参数）	数量
MOSFET 晶体管	2N7000	1
电阻	1K Ω	1
	5.1K Ω	1
	100K Ω	2
	39K Ω	1
	200K Ω	1
电容	1 μ F	1
	4.7 μ F	1
	47 μ F	1

4 实验任务

4.1 MOSFET 输出特性曲线仿真

使用 OrCAD/Spice 分析绘制 MOSFET(2N7000) 的共源极输出特性曲线。

实验步骤与要求如下。

1. 建立新项目, 绘出电路图。首先新建一个工程项目, 然后放置元器件 (M2N7000、Vdc、0 (GRD) 等)、连线, 画出如图四 1 所示的电路, 并在 MOSFET 的漏极放置电流测试探针。
2. 设置仿真简表。新建仿真简表 (New Simulation Profile), 设置直流扫描分析 (DC Sweep) 的主扫描 (Primary Sweep), 扫描变量为 V_{DD} , 采用线性扫描, 由 0V 开始至 8V 结束, 步进为 0.01V。设置直流扫描分析 (DC Sweep) 中的二级扫描 (Secondary Sweep), 扫描变量为 V_{GG} , 采用线性扫描, 由 1.7V 开始至 2.05V 结束, 步进为 0.05V。
3. 保存文档、执行仿真 (Run)。运行后自动打开结果显示窗, 显示输出特性曲线 (i_D - v_{DS})。多根曲线对应 v_{GS} 的间隔为 0.05V。

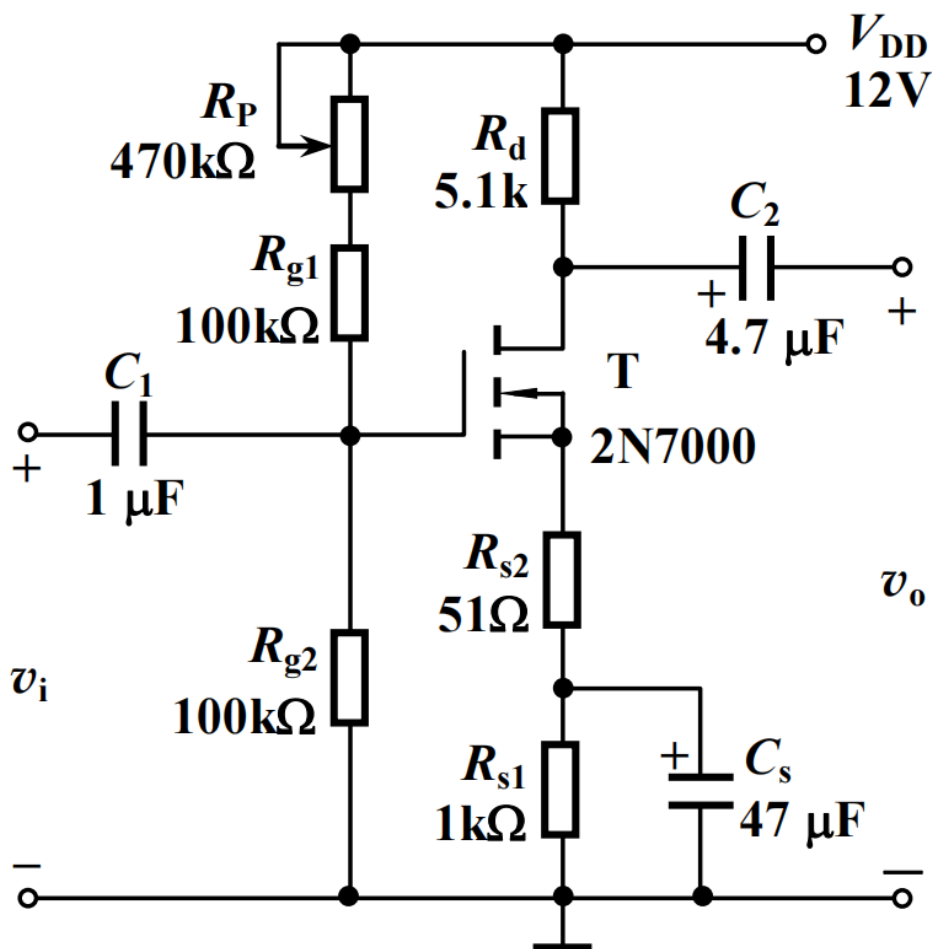


图 4-1 共源极放大电路

4.2 MOSFET 转移特性曲线仿真

使用 OrCAD/Spice 分析绘制 MOSFET (2N7000) 的共源极转移特性曲线。

实验步骤与要求如下。

1. 修改电路参数，将 V_{DD} 电压改为 8V。
2. 设置仿真简表。新建仿真简表 (New Simulation Pofile), 设置直流扫描分析 (DC Sweep) 的主扫描 (Pimary Sweep), 扫描变量为 VGG, 采用线性扫描，由 0V 开始至 4V 结束，步进为 0.01V。
3. 保存文档、执行仿真 (Run)。运行后自动打开结果显示窗，显示转移特性曲线 (i_D - v_{GS})。
4. 将仿真结果复制粘贴到实验报告文档中。

4.3 MOSFET 共源放大电路安装、调试及测试

实验步骤与要求如下。

1. 测试电路的静态工作点

(1) 按照图 3.3.6 在面包板上组装电路, V_{DD} 的 12V 取自直流稳压电源。安装电阻前先用万用表测试电阻值, 填入表 3.3.2 相应栏中。检查无误后接通电源。用数字万用表的直流电压挡测量电路的 V_G (栅极对地电压)、 V_S (源极对地电压) 和 V_D (漏极对地电压), 计算静态工作点 $Q(I_{DQ}, V_{GSQ}, V_{DSQ})$ 。将结果填入表 3.3.2 相应栏中。

(2) 关闭电源, 将 R_{g1} 改为 $100K\Omega$, 检查无误后接通电源, 再次测量 V_G 、 V_S 和 V_D , 计算静态工作点 $Q(I_{DQ}, V_{GSQ}, V_{DSQ})$ 。将结果填入表 3.3.2 相应栏中。

(3) 关闭电源, 将 R_{g1} 恢复为 $240K\Omega$, 而将 R_{g2} 改为 $33K\Omega$, 检查无误后接通电源, 测量 V_G 、 V_S 和 V_D , 计算静态工作点 $Q(I_{DQ}, V_{GSQ}, V_{DSQ})$ 。完成表 3.3.2 的内容。

2. 测试放大电路的输入、输出波形和通带电压增益参考上节的图 3.2.7, 搭建放大电路实验测试平台。关闭电源, 将电阻参数恢复为 $R_{g1}=240 K\Omega$, $R_{g2}=100 K\Omega$, 检查无误后接通电源。调整信号源, 使其输出峰-峰值为 30mV、频率为 1kHz 的正弦波, 作为放大电路的 v_i 。分别用示波器的两个通道同时测试 v_i 和 v_o , 在实验报告上定量画出 v_i 和 v_o 的波形(时间轴上下对齐), 分别测试负载开路 and $R_L=5.1 K\Omega$ 两种情况下的 v_i 和 v_o , 完成表 3.3.3。

3. 测试放大电路的输入电阻。

采用在输入回路串入已知电阻的方法测量输入电阻。由于 MOSFET 放大电路的输入电阻较大, 所以当测量仪器的输入电阻不够大时, 采用如图 3.2.8 所示的方法可能存在较大误差, 改用如图 3.3.7 所示的测量输出电压的方法更好。 R 取值尽量与 R_i 接近(此处可取 $R=51 K\Omega$)。信号源仍旧输出峰峰值 30mV、1kHz 正弦波, 用示波器的一个通道始终监视 v_i 波形, 用另一个通道先后测量开关 S 闭合和断开时对应的输出电压 v_{o1} 和 v_{o2} , 则输入电阻为:

$$R_i = \frac{v_{o2}}{v_{o1} - v_{o2}} R \quad (4-1)$$

4. 测试放大电路的输出电阻

采用改变负载的方法测试输出电阻。分别测试负载开路输出电压 v_o' 和接入已知负载 R_L 时的输出电压 v_o 。测量过程同样要保证 v_o 不出现失真现象。实际上在表 3.3.3 中已得到 v_o' 和 v_o 则输出电阻为:

$$R_o = \frac{v_o' - v_o}{v_o'} \times R_L \quad (4-2)$$

R_L 越接近 R_o 误差越小。

5. 测试放大电路的通频带。在图 3.3.6 中, 输入 v_i 为峰-峰值 30mV、1kHz 的正弦波, 用示波器的一个通道始终监视输入波形的峰-峰值, 用另一个通道测出输出波形的峰-峰值。保持输入波形峰峰值不变, 调节信号源的频率, 逐渐提高信号的频率, 观测输出波形的幅值变化, 并相应适时调节示波器水平轴的扫描速率, 保证始终能清晰观测到正常的正弦波。持续提高信号频率, 直到输出波形峰-峰值降为 1kHz 时的 0.707 倍, 此时信号的频率即为上限频率 f_H , 记录该频率: 类似地, 逐渐降低信号频率, 直到输出波形峰峰值降为 1kHz 时的 0.707 倍, 此时的频率即为信号频率 f_L , 记录该频率, 完成表 3.3.4。要特别注意, 测试过程必须时刻监视输入波形峰-峰值, 若有变化, 需调整信号源的输出幅值, 保持 v_i 的峰-峰值始终为 30mV。通频带 (带宽) 为 $BW = f_H - f_L$ 。
6. 使用 OrCAD/Spice 分析图 3.3.6 共源极放大电路, 完成实验内容中 5 项指标的仿真分析, 并与实验结果进行比较。

5 实验原理

6 实验过程

7 实验分析

8 实验总结