

# 实验二：MOS管放大电路（仿真）

---

专业班级：通信2101

姓名：罗畅

学号：U202113940

## 实验名称

---

MOS管放大电路仿真实现

## 实验目的

---

- 学习掌握PSpice软件的使用
- 学习共源放大电路工作原理
- 实现MOSFET共源放大电路的仿真实现

## 实验元器件

---

电脑 PSpice软件

## 实验原理

---

MOSFET共源极放大电路

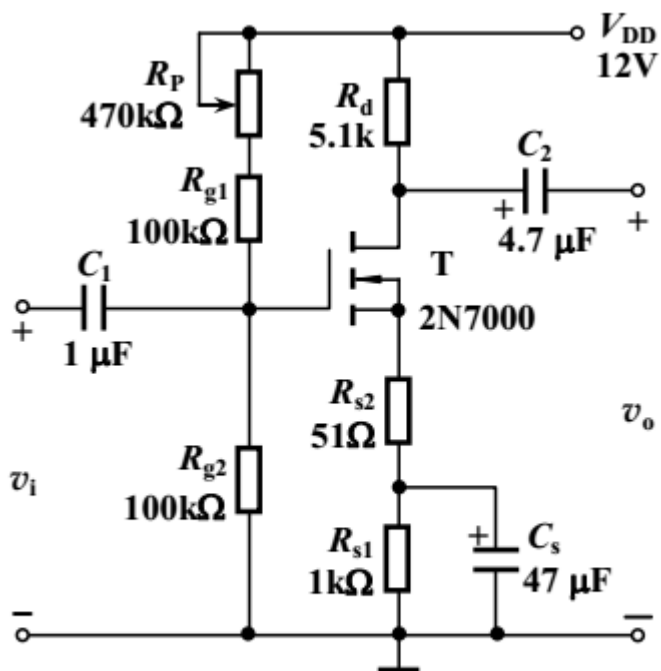


图 3.3.6 共源极放大电路

- 图3.3.6为N沟道增强型MOSFET共源极放大电路，其静态工作点可由下式估算：

式3.3.3

$$V_{GSQ} = \frac{R_{g2}}{R_{g1} + R_{g2}} \times V_{DD} - I_{DQ} R_s$$

$$I_{DQ} = K_n (V_{GS} - V_{TN})^2$$

$$V_{DSQ} = V_{DD} - I_{DQ} (R_d + R_s)$$

- 动态性能指标可由下式估算：

式3.3.4

$$A_v = -g_m R_d$$

$$R_i = R_{g1} // R_{g2}$$

$$R_o = R_d$$

- 数据手册通常会给出 $V_{TN}$ 和某工作点下的 $g_m$ 。对于MOS管2N7000，当 $I_D = 200\text{mA}$ 时， $g'_m = 100\text{mS}$ ，则由(3.3.3)第二式可得

$$K_n = \frac{(g'_m/2)^2}{I_D} = 12.5\text{mA/V}^2$$

而(3.3.4)第一式中的 $g_m$ 是电路静态工作点下MOS管的互导，同样由式子

$$r_{ds} = \frac{\partial v_{DS}}{\partial i_D} \Big|_{V_{GS}}$$

可得

$$g_m = g'_m \sqrt{\frac{I_{DQ}}{I_D}}$$

即

$$g_m = 10 \sqrt{\frac{I_{DQ}}{2}} \text{ms}$$

此外 $V_{TN}$ 在0.8-3V之间，这里取 $V_{TN}=1.75\text{V}$

设置静态工作点时，调整电位器 $R_p$ ，使 $V_p$ 为5-6V

## 实验任务

---

- 按照图3.3.6连接实验电路图
- 测试静态工作点 $Q(I_{DQ}, V_{GSQ}, V_{DSQ})$
- 记录输入、输出电压波形，并计算电压增益 $A_v$
- 记录幅频响应曲线 $\text{db}(V(V_o)/V(V_s: +))$ ，测量中频增益、上限频率 $f_H$ 和下限频率 $f_L$
- 记录相频响应曲线 $V_p(V_o) - V_p(V_s: +)$  或  $\text{P}(V(V_o)/V(V_s: +))$
- 记录输入电阻的频率响应: $R_i \rightarrow V(V_i)/I(V_S)$
- 记录输出电阻的频率响应: $R_o \rightarrow V(V_i)/I(V_S)$
- 观察记录非线性失真现象

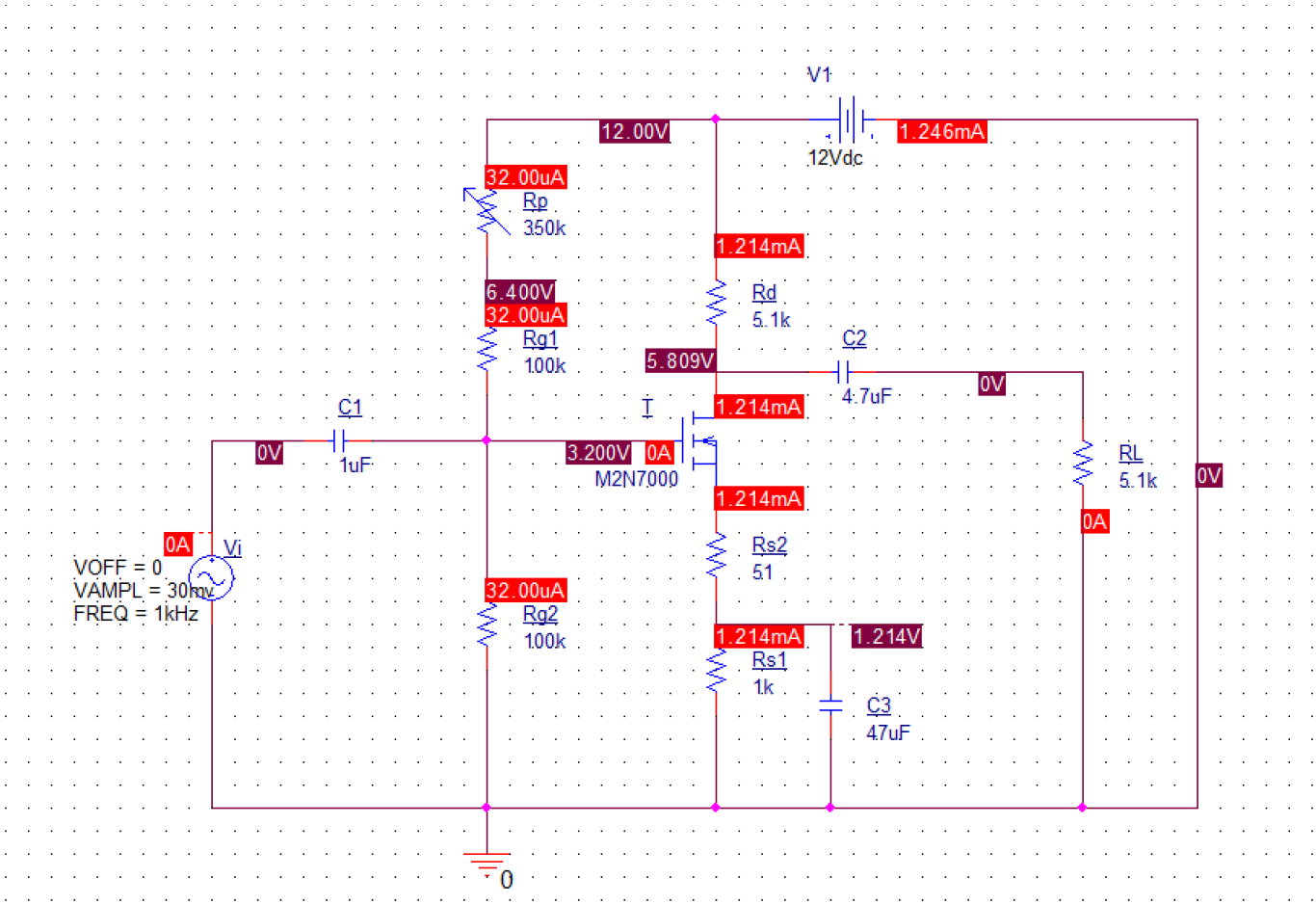
**注意：** 1.设置静态工作点时，调整电位器 $R_P$ ，使 $V_D$ 为5~6V。（漏极对地电压） 2.仿真时输出端必须接负载，否则会报错。（可以将阻值设为很大的值，如 $1t$  ( $10^{12}\Omega$ ) 来仿真开路情况。）

## 实验记录

---

### 电路图&静态工作点

仿真分析 静态工作点 电路如图所示



数据如下:

151	**** MOSFETS
152	
153	
154	NAME M_T
155	MODEL M2N7000
156	ID 1.21E-03
157	VGS 1.92E+00
158	VDS 4.53E+00
159	VBS 0.00E+00
160	VTH 1.73E+00
161	VDSAT 1.94E-01
162	Lin0/Sat1 -1.00E+00
163	if -1.00E+00
164	ir -1.00E+00
165	TAU -1.00E+00
166	GM 1.25E-02
167	GDS 2.08E-08
168	GMB 0.00E+00
169	CBD 2.88E-11
170	CBS 0.00E+00
171	CGSOV 8.83E-12
172	CGDOV 7.78E-13
173	CGBOV 0.00E+00
174	CGS 2.76E-12
175	CGD 0.00E+00
176	CGB 0.00E+00
177	
178	TOR CONCLUDED

电路工作在饱和区，符合条件

静态工作点：

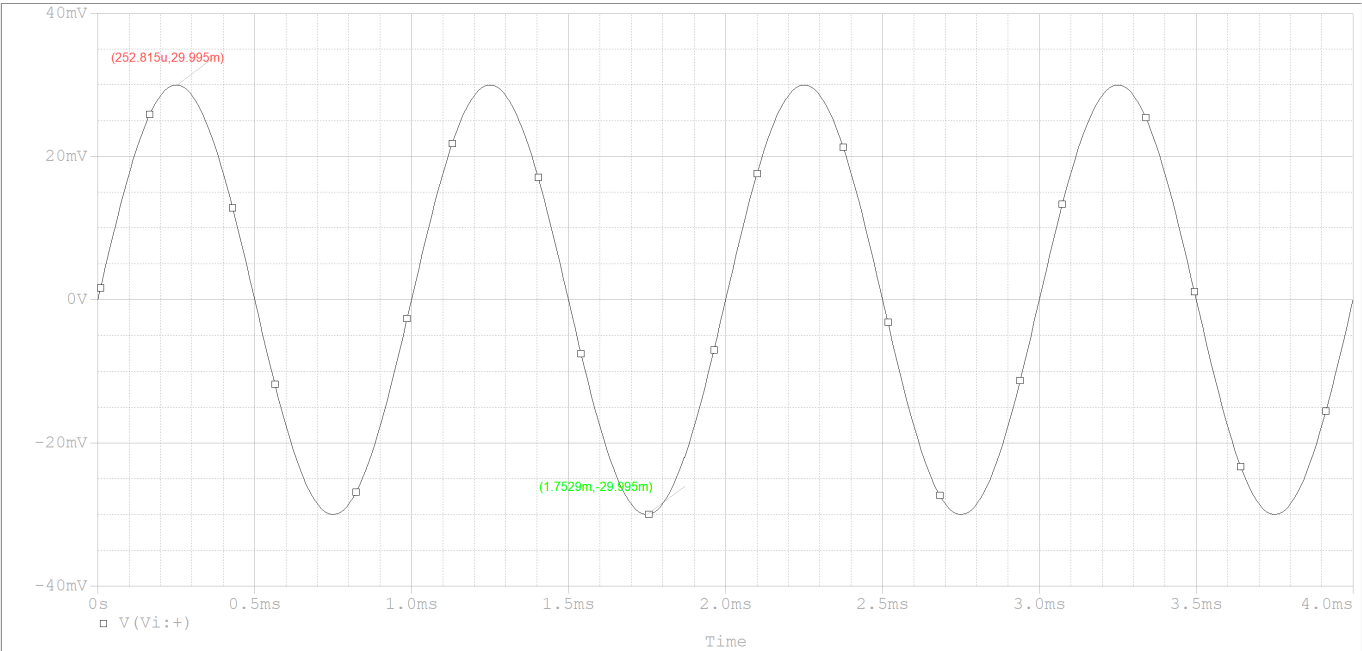
$V_{GSQ}=1.92V$

$V_{DSQ}=4.53V$

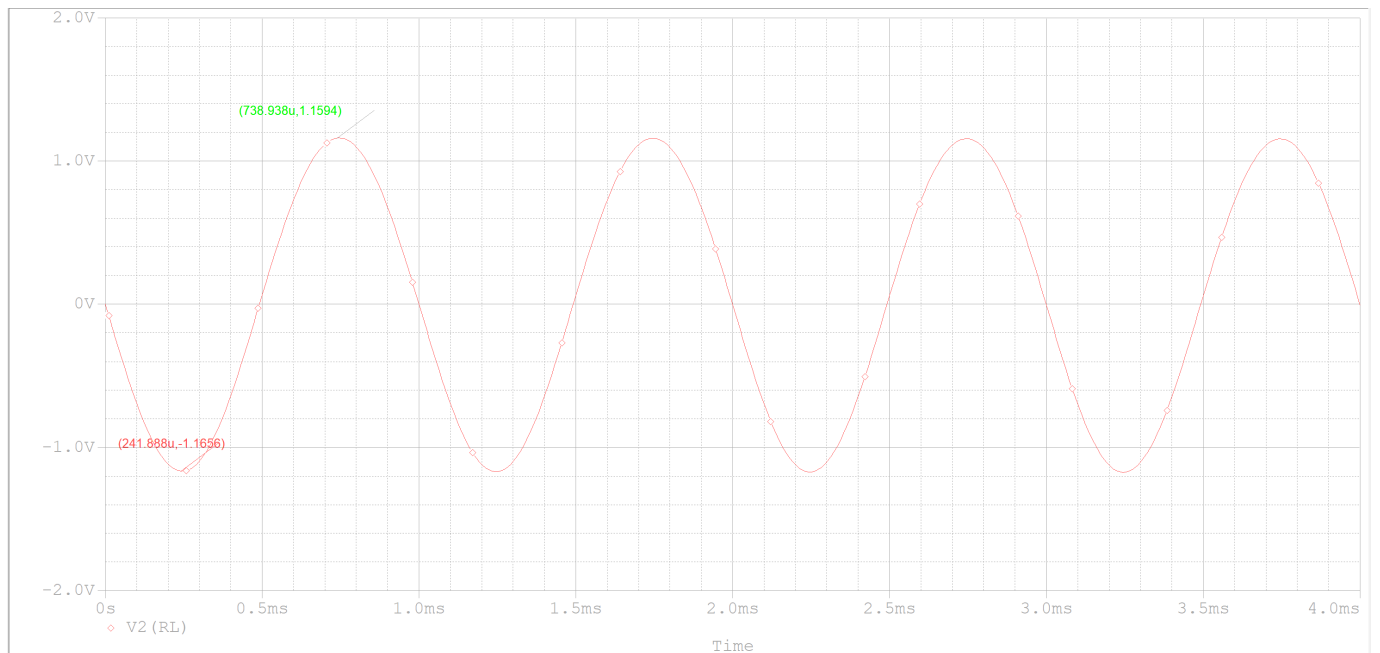
$I_{DQ}=1.21mA$

输入输出波形/电压增益

仿真实验 输入波形如下：



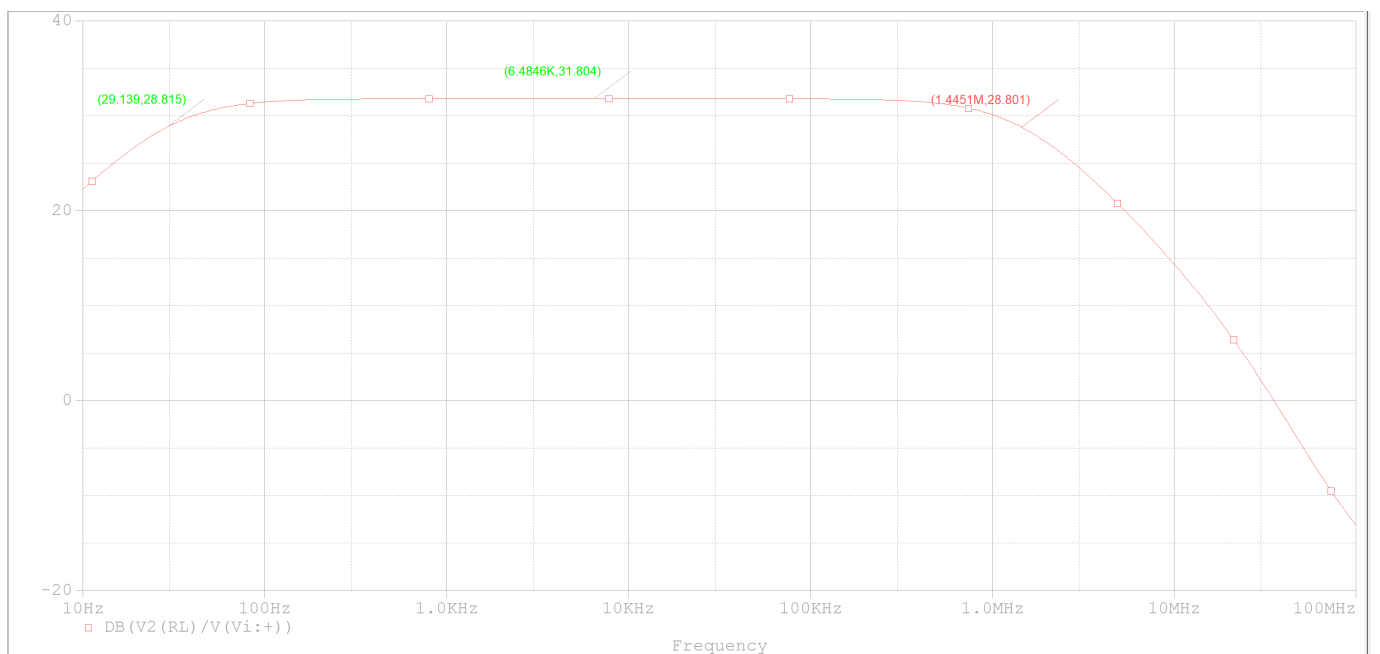
输出波形如下：



电压增益为  $A_v = 1159.4/29.995 = 38.67$

## 幅频响应曲线

仿真实验 幅频响应曲线如下：

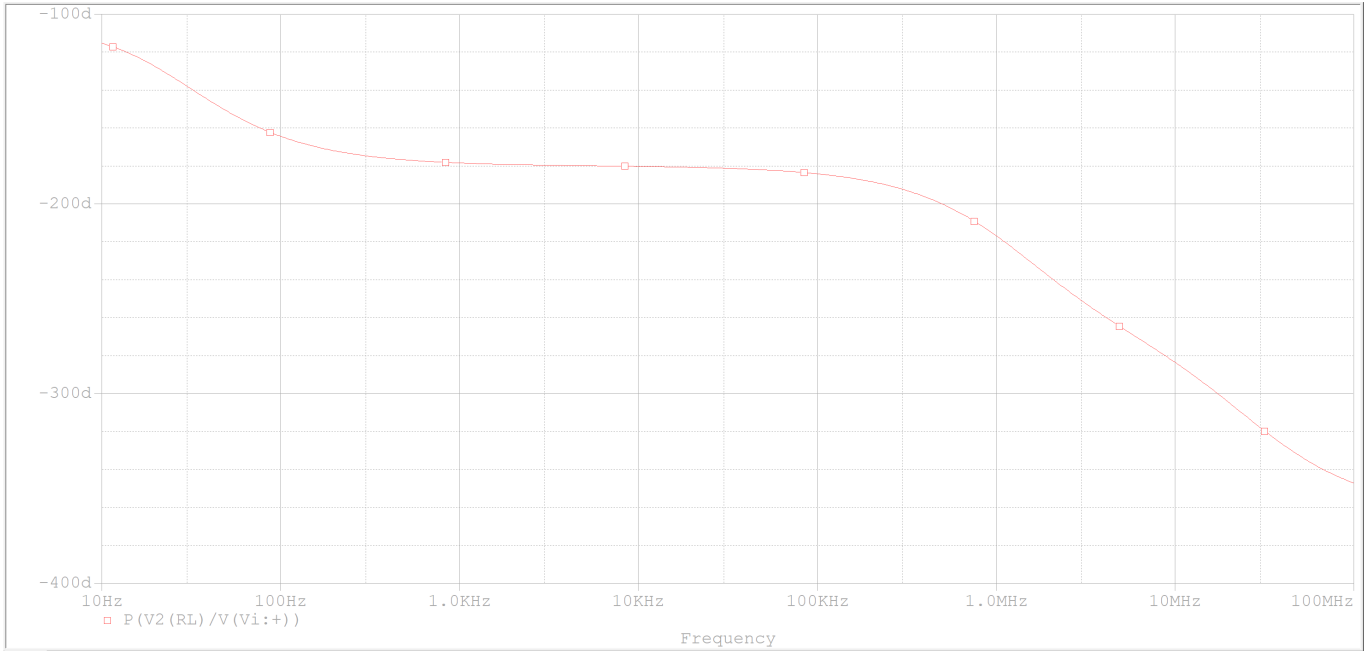


则可以得到：

- 中频增益  $A_v = 31.804\text{dB} = 38.922 > 10$  符合要求
- 上限频率  $f_H = 1.44\text{MHz} > 100\text{kHz}$  符合要求
- 下限频率  $f_L = 29.139\text{Hz} < 100\text{Hz}$  符合要求

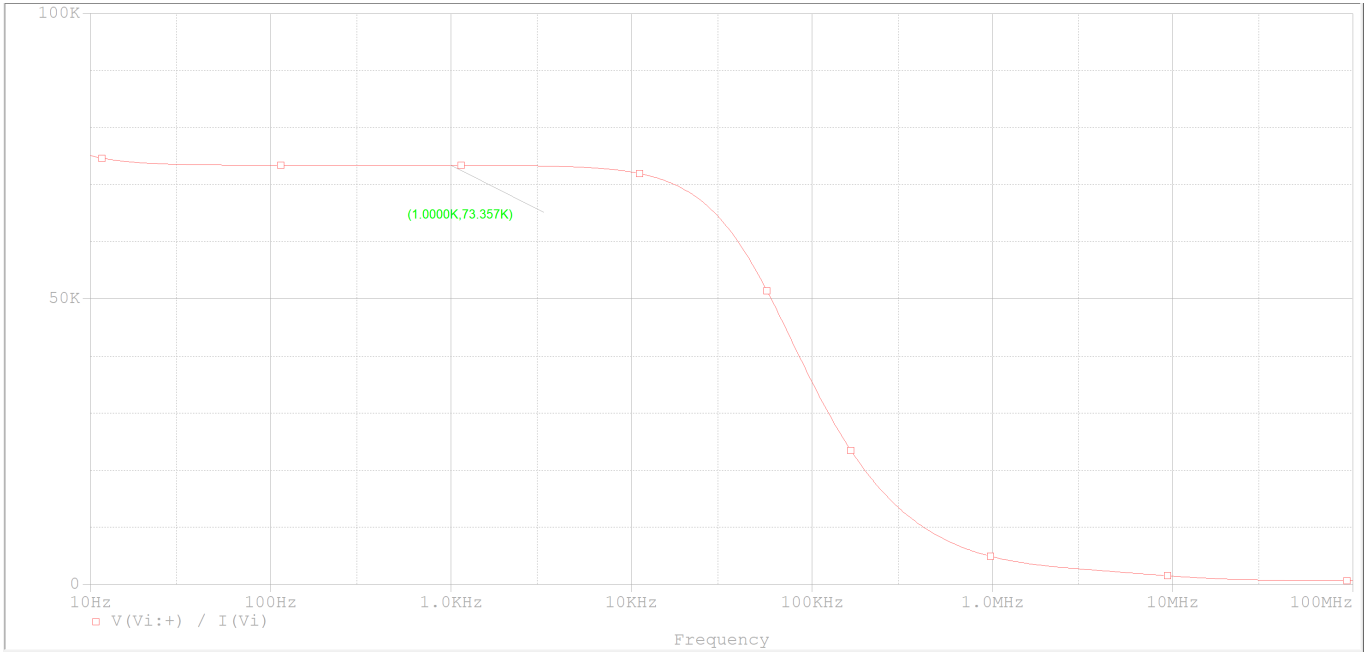
# 相频响应曲线

仿真实验 相频响应曲线



# 输入电阻响应曲线

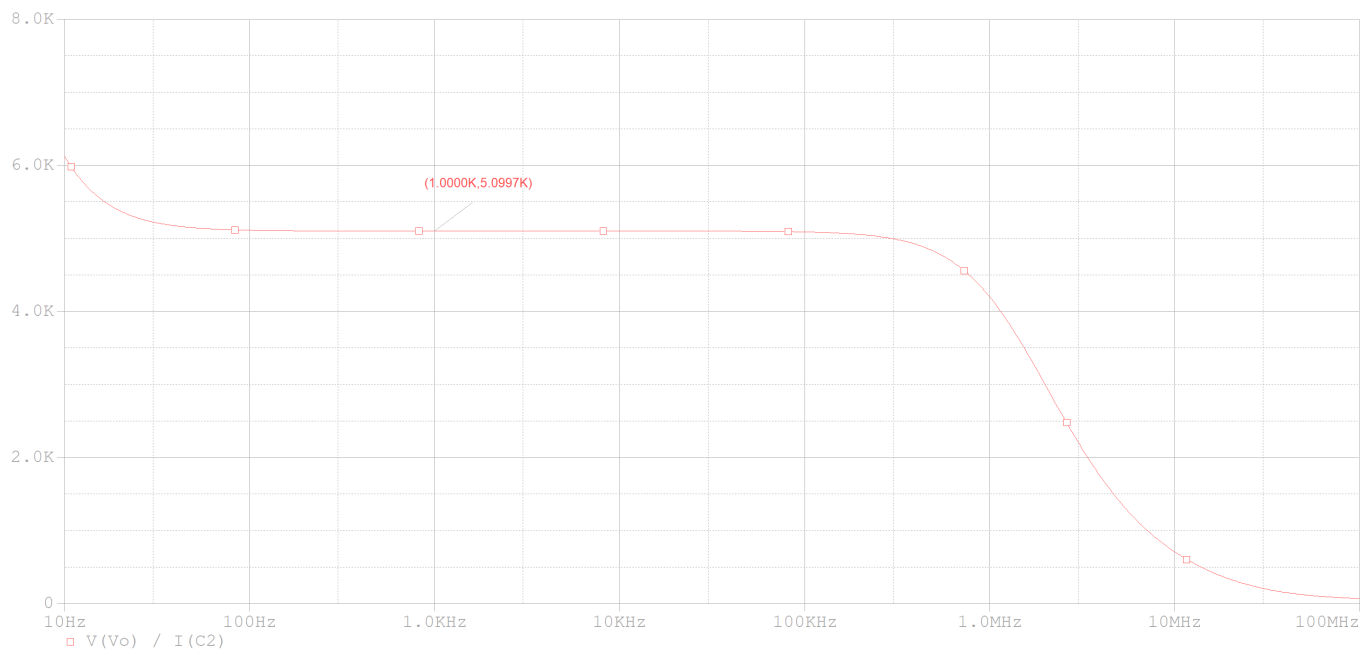
仿真实验 输入电阻响应曲线



可得 $R_i = 73.357k\Omega > 51k\Omega$  符合要求

# 输出电阻响应曲线

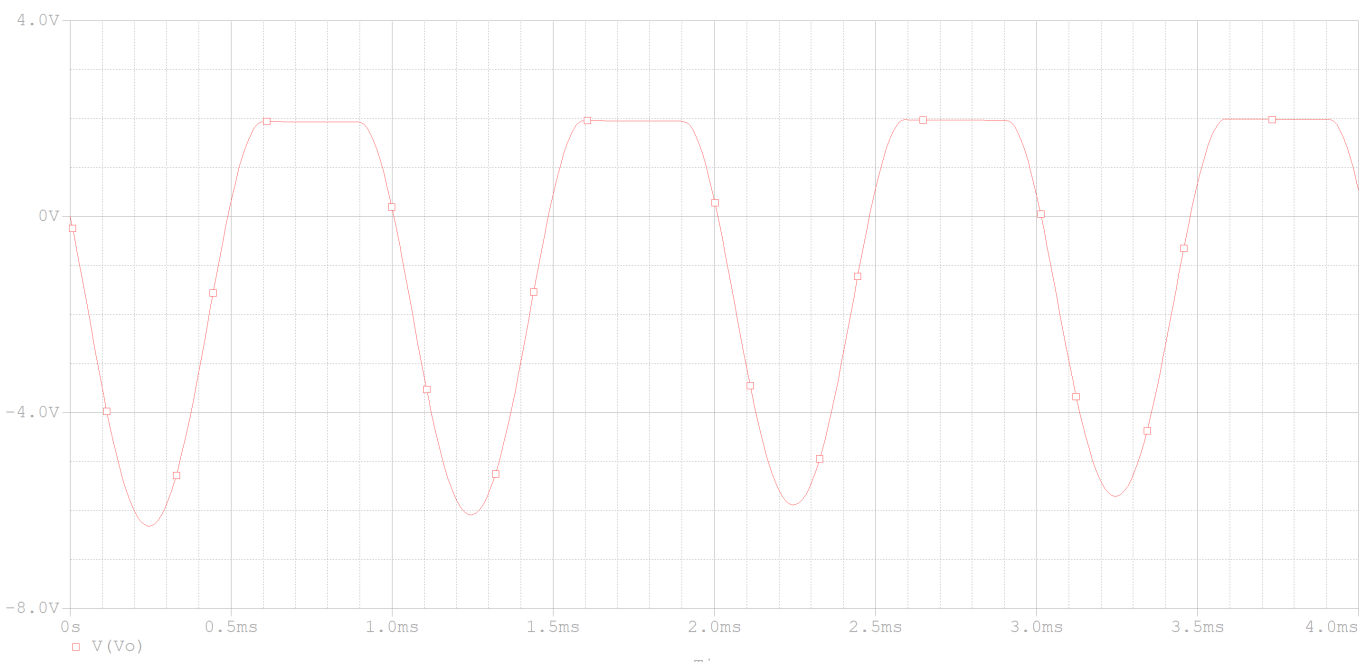
仿真实验 输出电阻频率响应曲线



可得 $R_o=5.0997k\Omega<5.1k\Omega$  符合要求

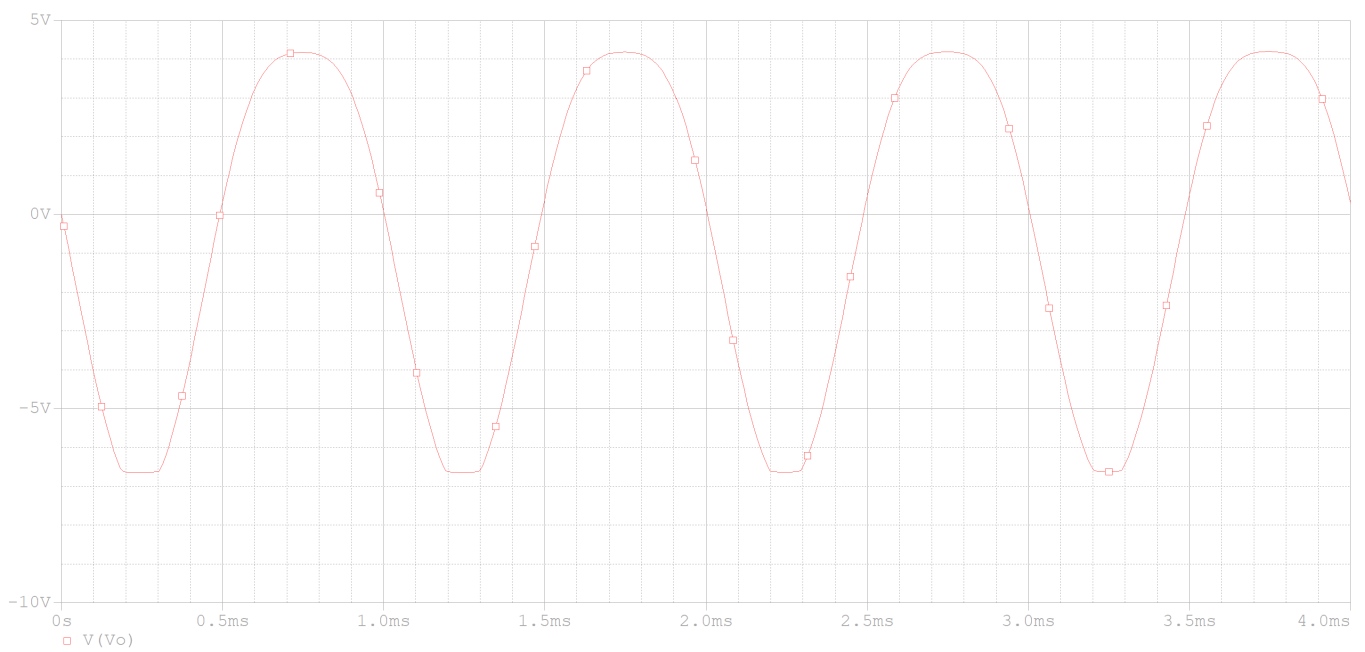
非线性失真现象

仿真实验 非线性失真 截止失真现象



仿真实验 非线性失真 饱和失真现象





## 实验小结

- 本次实验经历各种各样的波折，如调不出失真曲线、误用示波器测量静态工作点等，在经过不断的调试和重做之后，最终顺利完成了实验。
- 实验过程中发现理解实验原理，掌握MOS管的工作原理和相关计算方法以及相关仪器的使用方法至关重要。
- 此外，在本次实验中还掌握了仿真软件PSPice的基本用法，学会了用其进行一些基本实验的模拟操作，感觉在日后的实验中会有助力。