

## 1 实验名称：负反馈放大电路的研究

## 2 实验目的

- (1) 研究负反馈对放大器各项性能指标的影响
- (2) 理解电路中引入负反馈的意义和方法
- (3) 进一步熟悉放大电路中  $A_u, f_L, f_H$ , 及  $R_i, R_o$  的测量方法

## 3 实验原理

场效应管是一种有放大作用的器件，有如下特点：

(1) 场效应管是一种电压控制器件，通过栅极电  $u_{GS}$  来控制漏极电流  $i_D$ ，从场效应管的输出特性上可以看出，各条不同输出特性曲线的参数变量是  $u_{GS}$ ，在恒流区， $i_D$  的值主要取决于  $u_{GS}$ ，而基本与  $u_{DS}$  无关，如图 1 所示，并通过跨导  $g_m = \left. \frac{\Delta i_D}{\Delta u_{GS}} \right|_{u_{DS}=\text{constant}}$  来描述场效应管的放大作用。

(2) 场效应管的栅极几乎不取电流，所以其输入电阻非常高，结型场效应管一般在  $10^7$  以上

(3) 场效应管用一种极性的多数载流子导电，因此具有噪音小，受外界温度辐射影响小

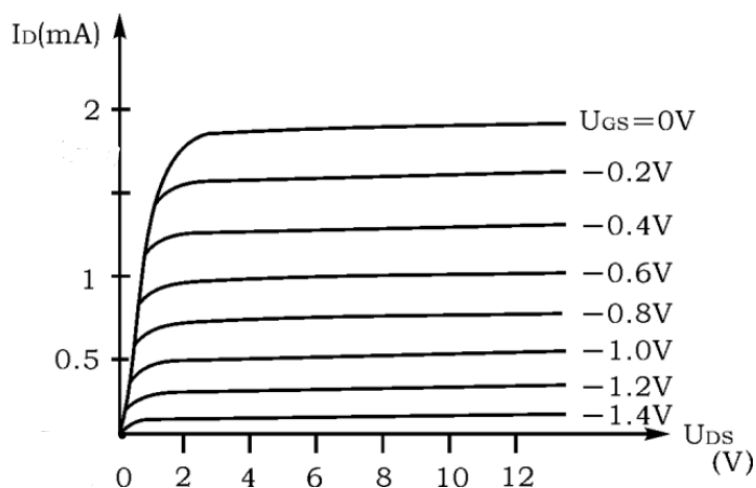


图 1: Figure example 1

## 4 实验电路

基于场效应管的特点，得到如下共栅极放大电路：

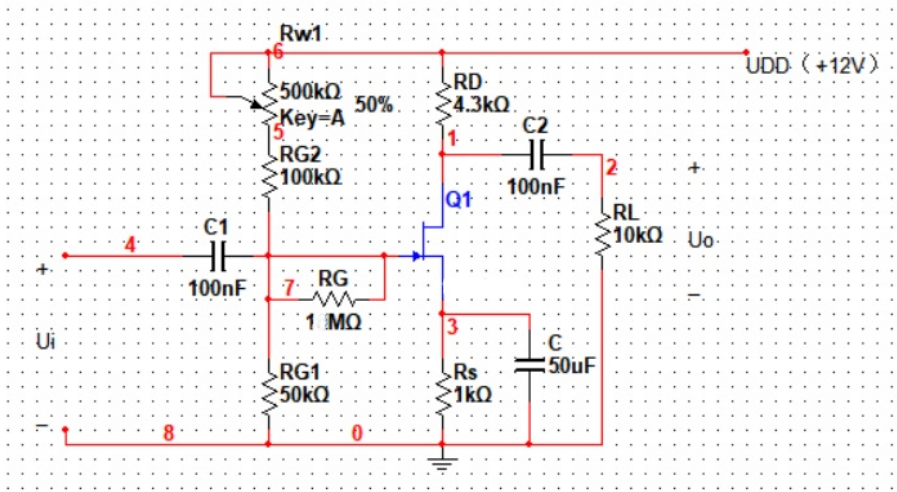


图 2: Figure example 2

5 实验内容及步骤

5.1 静态工作点的测量

(1) 按照图 2 连接电路，接通电源，在放大器的输入端加  $f = 1kHz$ ,  $U_i = 50mV$  的正弦信号，调节  $R_{w1}$ ，用示波器观察当负载  $R_L = \infty$  的情况下，输出电压波形不失真时的最大输出电压波形，此时用万用表测量静态工作点的各电压值

测量值			计算值		
$U_s$	$U_D$	$U_G$	$U_{DS}$	$U_{GS}$	$I_D$
1.085V	4.876V	1.675V	3.201V	0.590V	1.668mA

表 1: 静态工作点数据表

5.2 动态指标的测量

- (1) 计算电阻  $R_i$  与  $R_o$  的估算值
- (1) 测量  $A_u$  与  $R_o$  的值

在放大器输入端加  $f = 1kHz$ ,  $U_i = 50mV$  的正弦信号，并用示波器监视输出电压的波形，在输出电压  $U_o$  没有失真的条件下，用交流毫伏表分别测量电路的空载输出电压  $U_{o1}$  和有负载输出电压  $U_{o2}$  (2)  $R_i$  的测量

$U_i$	$U_{o1}(R_L = \infty)$	$U_{o2}(R_L = 10k\Omega)$	$A_{u1}$	$A_{u2}$
50mV	241.79mV	175.47mV	5	3

表 2: 场效应管放大器数据表

按图 3 改接电路，取  $R = 100k\Omega$ ，选择输入电压  $U_s$ ，保持  $U_s$  不变，将开关 K 掷向“1” ( $R=0$ )，测出输入电压  $U_{o1}$ ，然后将开关 K 掷向“2” ( $R=0$ )，测出输入电压  $U_{o2}$ 。

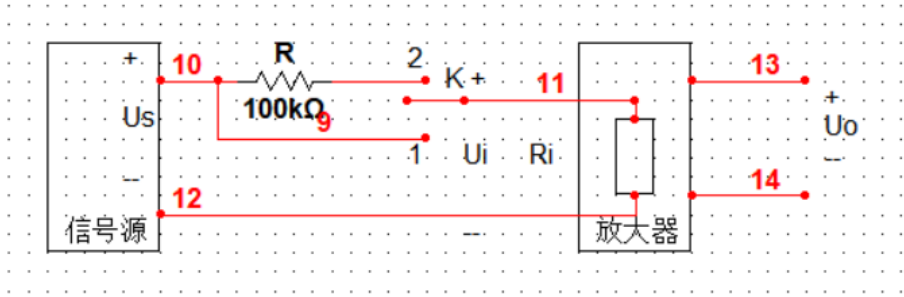


图 3: Figure example 3

测量值			计算值
$U_s(mV)$	$U_{o1}$	$U_{o2}$	$R_i$
50	240.67mV	218.52mV	986.55kΩ
80	441.87mV	401.83mV	1003.57kΩ

表 3: 测量  $R_i$  数据表

6 数据处理

- (1) 计算电阻  $R_i$  与  $R_o$  与  $A_u$  的估算值
- $R_{i0} = R_G + (R_{G1} \parallel R_{G2}) = 1033k\Omega$   $R_{o0} = R_D = 4.3k\Omega$   $g_m = \frac{2I_D}{V_{ov}} = 0.88$   $A_{u10} = g_m \times R_D = 3.8$   $A_{u20} = g_m \times R_D = 2.6$
- (2) 计算电压放大器的倍数
- $A_{u1} = \frac{U_{o1}}{U_i} = 4.8$   $A_{u2} = \frac{U_{o2}}{U_i} = 3.5$
- 填入表格 2 (3) 计算输出电阻
- $R_o = \left( \frac{U_{o1}}{U_{o2}} - 1 \right) R_L = 3.7k\Omega$
- (4)  $R_i$  的计算由于，
- $U_{o2} = A_u \times U_i = A_u \times \frac{R_i}{R_i + R} \times U_s$
- 由此求得，
- $R_i = \frac{U_{o2}}{U_{o1} - U_{o2}} \times R$
- 填入表格 3

## 7 实验设备和器材

(1) 双踪示波器	1 台
(2) 函数信号发生器	1 台
(3) 直流稳压电源	1 台
(4) 模拟电路实验箱	1 台
(5) 万用表	1 只
(6) 场效应管 3DJ6F、电阻器、电容器	若干

## 8 误差处理

$$\delta(R_i) = \frac{\overline{R_i} - R_{i0}}{R_{i0}} \times 100\% = 3.6\%$$

$$\delta(R_o) = \frac{R_o - R_{o0}}{R_{o0}} \times 100\% = 13.9\%$$

$$\delta(A_{u1}) = \frac{A_{u1} - A_{u10}}{A_{u10}} \times 100\% = 22.9\%$$

$$\delta(A_{u2}) = \frac{A_{u2} - A_{u20}}{A_{u20}} \times 100\% = 25.7\%$$

(1) 误差可能是器件老化造成。

(2) 场效应管存在沟道长度调制效应, 可能出现测量不精准。(3) 偏置点不一定完全准确

## 9 结论

(1) 综上所述, 得到静态工作点为  $U_{DS}$  约为 4.9V 时, 处于静态工作点。

(2)  $R_o$  约为  $3.7k\Omega$ ,  $R_i$  约为  $995.06k\Omega$

## 10 思考题

在测量场效应管放大电路静态工作电压  $U_{GS}$  时, 能否用万用表直接在 G、S 两端测量, 为什么? 试比较  $U_{GS}$  直接测量值和间接测量值的差异。

在测量场效应管静态工作电压  $U_{GS}$  时, 不能使用万用表直接并在 G, S 两端测量。因为场效应管各个极阻抗高、受到电磁感应的影响很大, 万用表会影响工作点的较大变化, 通过万用表直接测量  $U_{GS}$  得到  $U_{GS} = 0.225V$  误差较大。