

实验一 单管放大电路仿真及实验

张蔚桐 2015011493 自 55

2017 年 3 月 31 日

1 预习任务

1.1 JFET 管的输入特性和传输特性的测试

如图 1所示是 N 沟道型 JFET 管 2N5486 的输入特性测试电路图, 对 V_1 进行直流参数仿真, 可以得到如图 3的仿真图像。

从图像可以得到, JFET 的 $U_{GS(off)} \approx -3.772V$

如图 2所示是 2N5486 的传输特性测试电路图, 仿真时将 IV 测试仪选择为 NMOS 管测量模式, 可以得到如图 4的仿真图像其中, 对图像静态工作点附近进行进一步细致的仿真可以得到如图 5所示的图像, 其中, 三条曲线分别为 $V_{gs} = -2.222, -2.778, -3.333V$ 时的特性图

因此,可以得到 2N5486 的 $I_{dss} = 14.4648mA, 1.4 < g_m < 2.4(mA/V^2)$, 其中 g_m 的变化比较大, 收仿真条件的限制只能给出近似的值

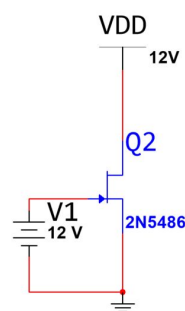


图 1: 输入特性测试电路

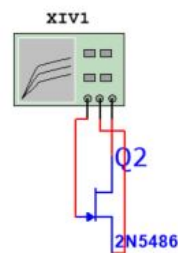


图 2: 传输特性测试电路

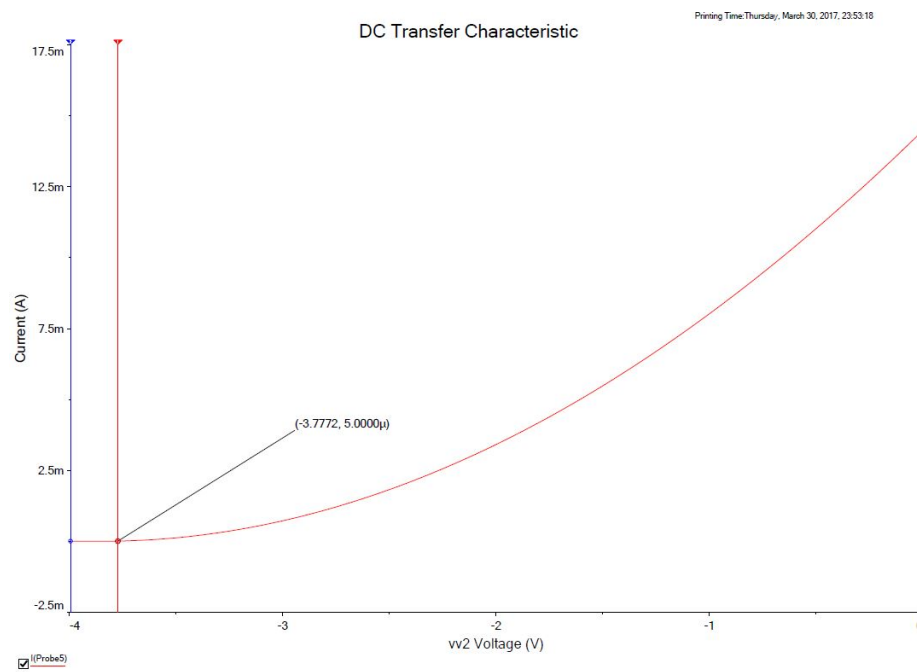


图 3: 2N5486 输入特性曲线

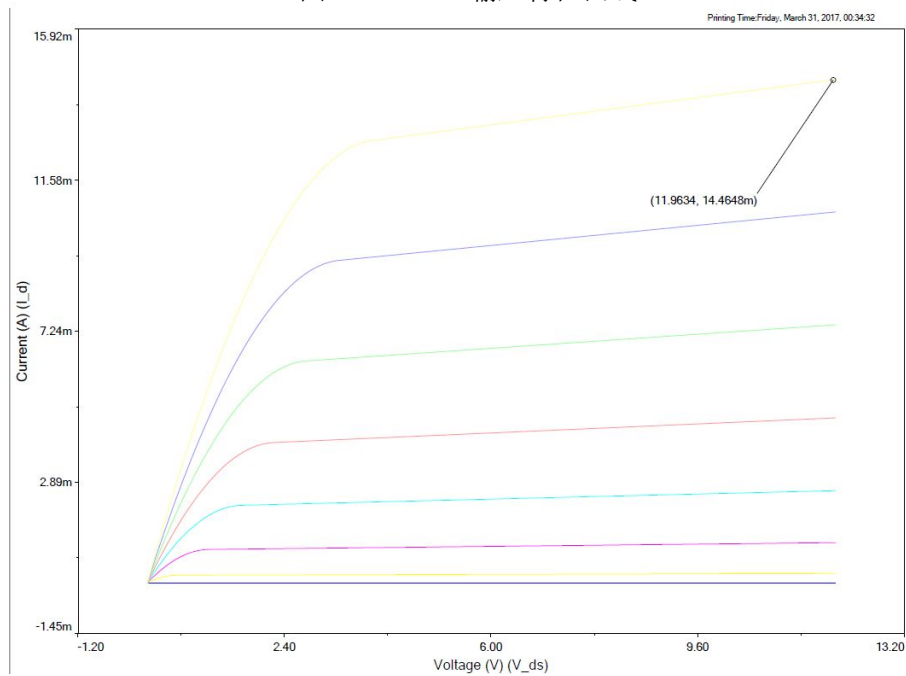


图 4: 2N5486 传输特性曲线

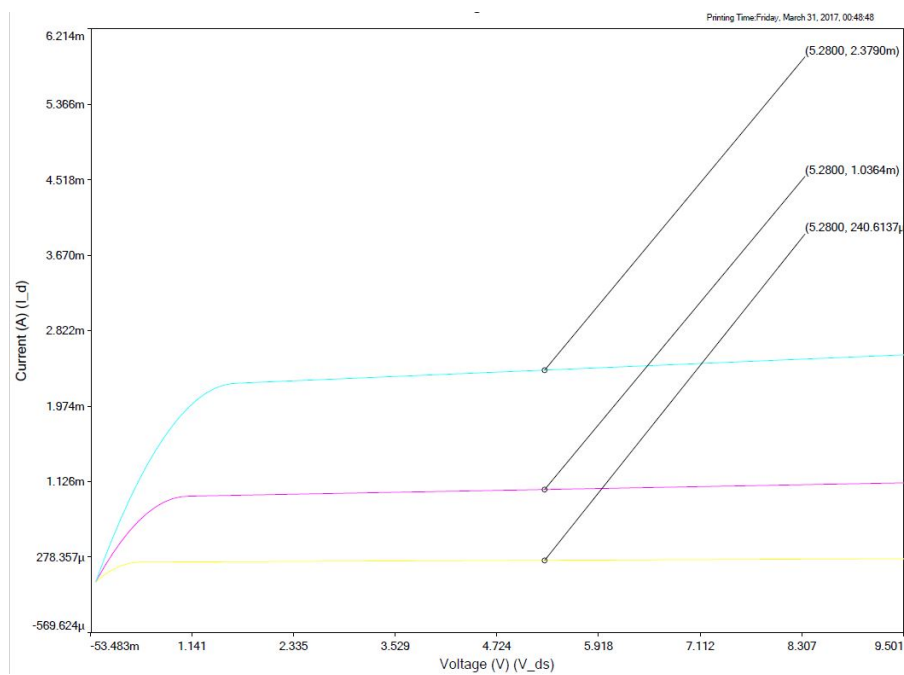
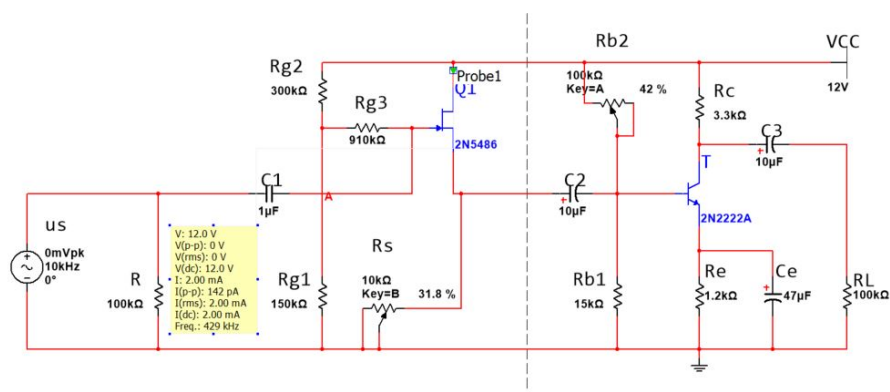
图 5: 工作点附近的 g_m 的测量

图 6: (两级) 放大电路电路图

1.2 JFET 单管 CD 电路的理论计算和仿真

1.2.1 静态参数的设置

如图 6 所示是已经搭建好的两级放大电路图，其中后级电路采用第一次实验中使用 9011 搭建的 CE 电路（这里使用 2N2222A 代替 9011）。实验电路参数满足 $I_{CQ} = 2\text{mA}$ 。具体的参数实现在上次实验中已经经过了理论计算和验证了，这里从略

这里着重分析前级电路的静态工作情况。首先可以近似得到 $U_a = 3\text{V}$ 实验要求 $I_{DQ} = 2\text{mA}$ 因此可以得到

$$I_{DQ} = \frac{I_{DSS}}{U_{GS(\text{off})}^2} ((3 - I_{DQ}R_s)^2 - U_{GS(\text{off})}^2)$$

可以解得 $R_s = 3.512\text{k}\Omega$

和图 6 的仿真结果 $R_s = 3.18\text{k}\Omega$ 相差不大

1.2.2 动态参数的测试

显然，电路的输入电阻 $R_i \approx 100\text{k}\Omega$ 如图 8 所示，电路测量电阻约为 $91\text{k}\Omega$ ，和估算值相近

根据 CD 电路的基本知识，我们可以得到 $A_u = \frac{g_m R_s}{1 + g_m R_s} = 0.88$ 如图 7 所示，可以测得仿真值大约为 0.91，和计算得到的值相近

1.3 两级放大电路的搭建和仿真

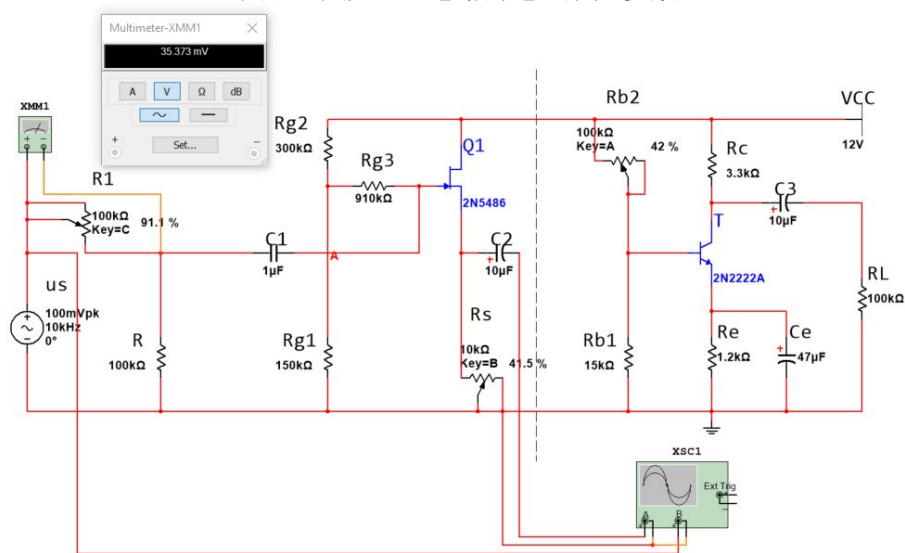
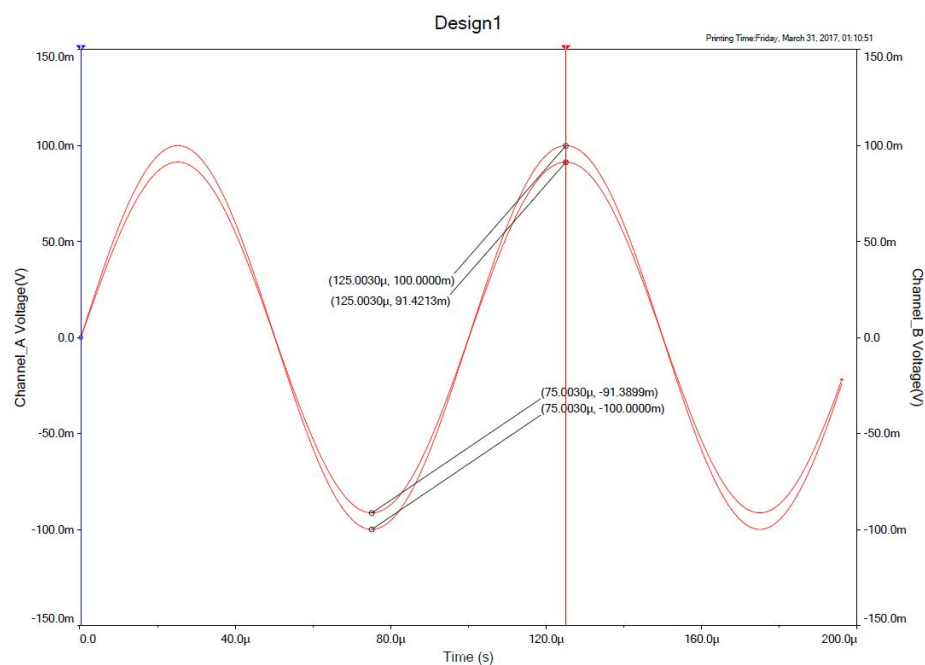
同上节，图 6 所示是已经搭建好的两级放大电路图，根据之前的实验分析可以直接得到 $R_i = 100\text{k}\Omega$, $R_o = 3.3\text{k}\Omega$ 而图 9,?? 是他们的仿真电路，仿真测得 $R_i = 91\text{k}\Omega$, $R_o = 3.08\text{k}\Omega$ 和理论计算基本相近

CD 电路电路下面讨论两级电路放大系数的问题，我们估计三极管 $\beta = 220$, $r_{be} = 3\text{k}\Omega$ 并设 CD 电路 $U_{gs} = U$ 可以得到：

$$\begin{aligned} U_i &= U + g_m U (R_s // R_{b1} // R_{b2} // r_{be}) \\ U_o &= \frac{\beta R_c g_m U (R_s // R_{b1} // R_{b2} // r_{be})}{r_{be}} \\ A &= \frac{\beta R_c g_m (R_s // R_{b1} // R_{b2} // r_{be})}{r_{be}} / (1 + g_m (R_s // R_{b1} // R_{b2} // r_{be})) = 184 \end{aligned} \quad (1)$$

如图??仿真可得电路放大系数为 168，误差可以接受。

2 实验数据记录



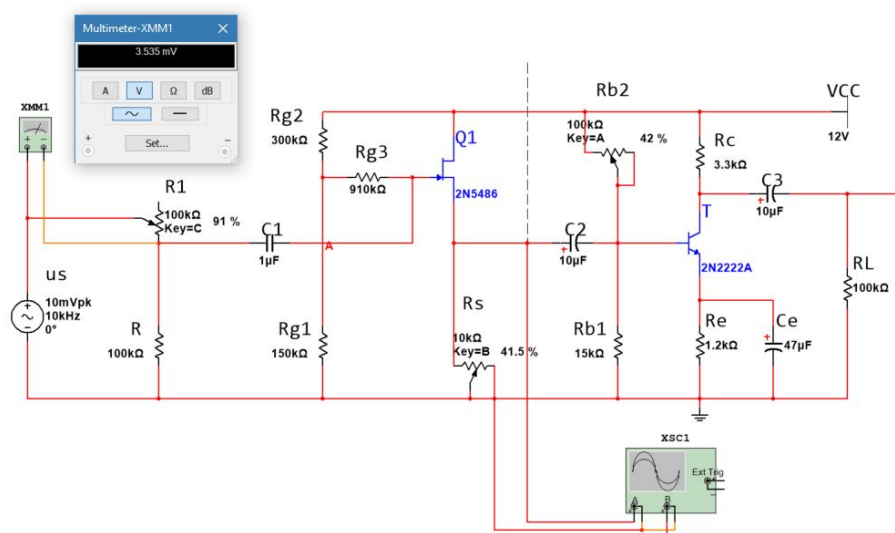


图 9: 两级放大电路的输入电阻测试图

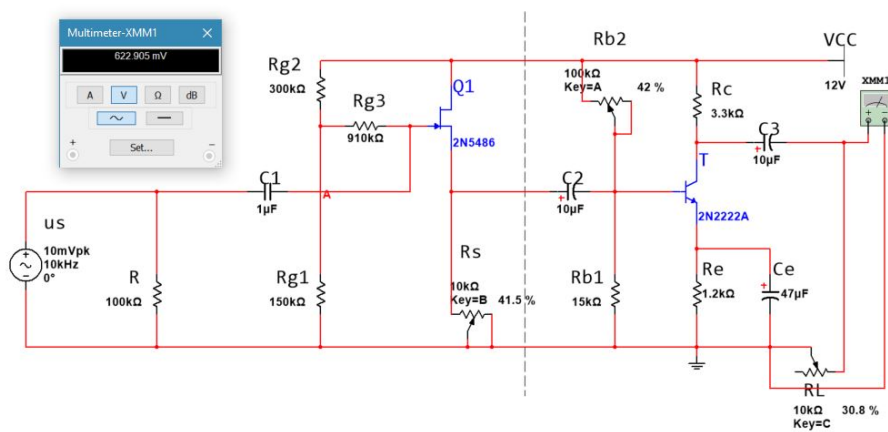


图 10: 两级放大电路的输出电阻测试图

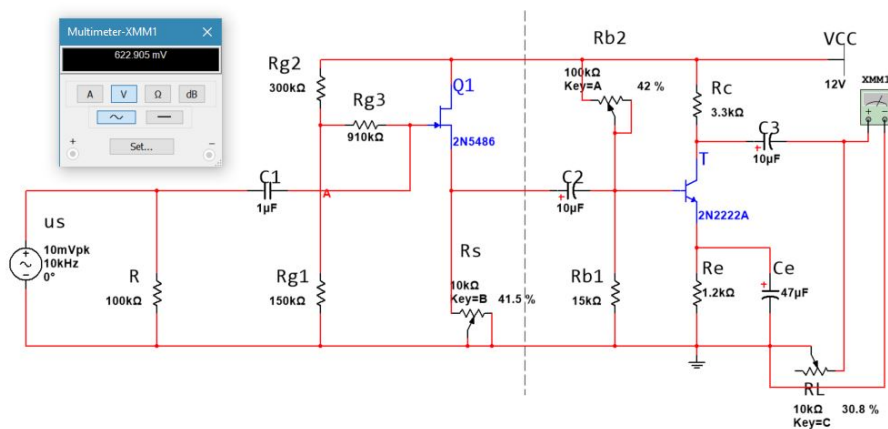


图 11: 两级放大电路的放大系数测试图