

第二次仿真实验报告

张蔚桐 2015011493 自 55

2017 年 4 月 1 日

1 单管 BJT 放大电路的搭建和仿真测试

1.1 静态工作点的调整

如图 1所示是仿真采用的单管放大电路。电路采用阻容耦合方式和射级稳 Q 电路。经过对变阻器 R_1 的调整,使得如图所示的静态工作电流 $I_c = 2mA$

下面对 R_1 的数值进行理论计算。经过之前几次的仿真可以知道 BJT $\beta \approx 220$ 因此可以得到 $I_c \approx I_e \approx 2mA$, $U_e = 2.4V$

进一步,考虑 BJT 的开启电源 $U_{on} \approx 0.7V$ 因此可以得到 $U_b = 3.1V$

可以认为三极管基极电流可以忽略不计,那么我们可以得到分压电阻上的电流为 $I = \frac{U_b}{R_2} = 0.206mA$ 并进一步得到上拉电阻阻值为 $\frac{V_{cc}-U_b}{I} = 57k\Omega$

经过仿真测试,可以发现经过调整上拉电阻为 $36k\Omega + 20k\Omega = 56k\Omega$ 时系统静态工作点满足上述要求,和理论计算基本相符

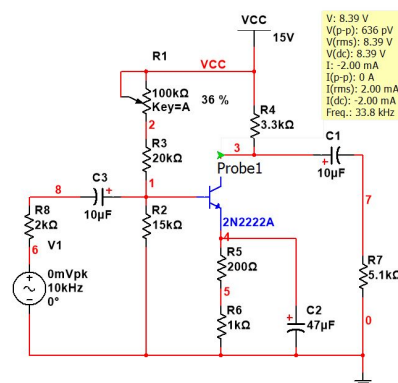


图 1: 单管 BJT 放大电路

1.2 动态参数的测定

1.2.1 电压放大倍数的测定

首先进行理论估算,采用三极管的中频段模型进行估算并设 $r_{be} = 3k\Omega$ 可以迅速得到 $A_u = -\frac{\beta(R_c // R_L)}{r_{be}} = -147$

对图 1 的电路外接示波器和失真度仪进行测量, 可以得到如图 2 的波形示意图, 可以得到电路的仿真放大倍数为 $-\frac{753 + 8035.24}{5.49} = -145$ 发现和理论计算还是很相近的

1.2.2 输入电阻的测定

首先进行理论计算, 根据图 1 电路所示, 可得输入电阻 $R_i = R_2 // (R_1 + R_3) // r_{be} \approx 2.4\text{k}\Omega$

如图 3 采用半压法对输入电阻进行测量, 发现在输入 $V_{pp} = 10\text{mV}$ 即 $V_{rms} = 7.07\text{mV}$ 时, 外接电阻 $R_8 = 23.1\text{k}\Omega$ 时可得到输入分压为 3.534mV , 因此可得仿真测量输入电阻为 $23.1\text{k}\Omega$ 和理论计算相差不大

1.3 输出电阻的测量

理论计算可以迅速得到输出电阻为 $3.3\text{k}\Omega$

同样采取半压法进行仿真测试, 首先测量空载时的输出电压有效值为 888.93mV , 如图 4 所示, 外接滑动变阻器如图 5, 当调节至 $3.1\text{k}\Omega$ 时发现输出电压为空载输出电压的一半, 因此可以得到仿真测试的输出电阻为 $3.1\text{mathrmk}\Omega$ 和理论计算值相近

1.3.1 频率响应的测试

采用 $0.707A_{us}$ 作为上限截止频率和下限截止频率的标准。如图 67 所示, 可得上限截止频率约为 230kHz , 下限截止频率为 160Hz

1.4 性能指标的改进

我们希望在这个电路中能够提供较大的 A_u , 从理论上进行分析可以得到, 该电路的 $A_u = -\frac{\beta(R_c // R_L)}{r_{be}}$ 因此为实现目标我们将 R_c 从 $3.3\text{k}\Omega$ 提升至 $5\text{k}\Omega$, 从理论上进行计算, 则可得到 $A'_u = -185$ 得到了上升

如图 8 对电路进行改进, 其中两个滑动变阻器的取值和图 1 中定值电阻的取值是相同的没有影响, 可以得到如图 9 的电压波形曲线, 仿真测量的 $A_u = -\frac{928+991}{5.16+5.45} = -180$ 明显得到了提升并和理论估算的值相近。同时, 静态工作点没有发生变化

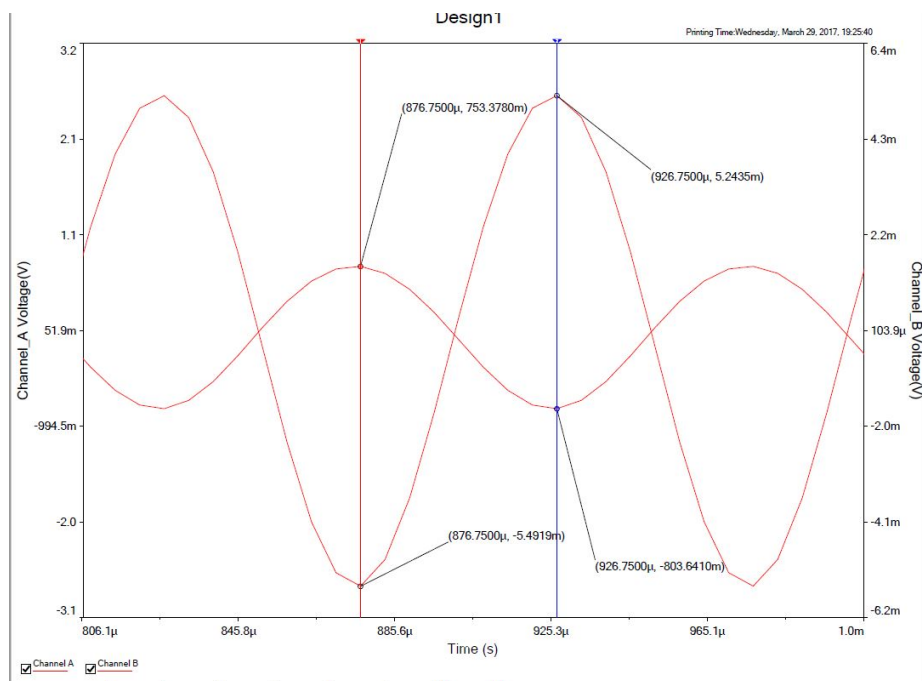


图 2: 电压增益的仿真波形曲线

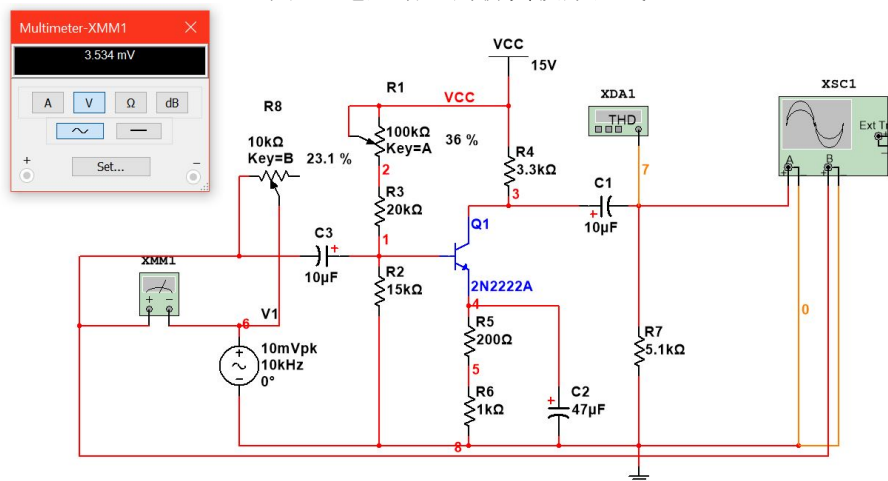


图 3: 放大电路输入电阻的测量

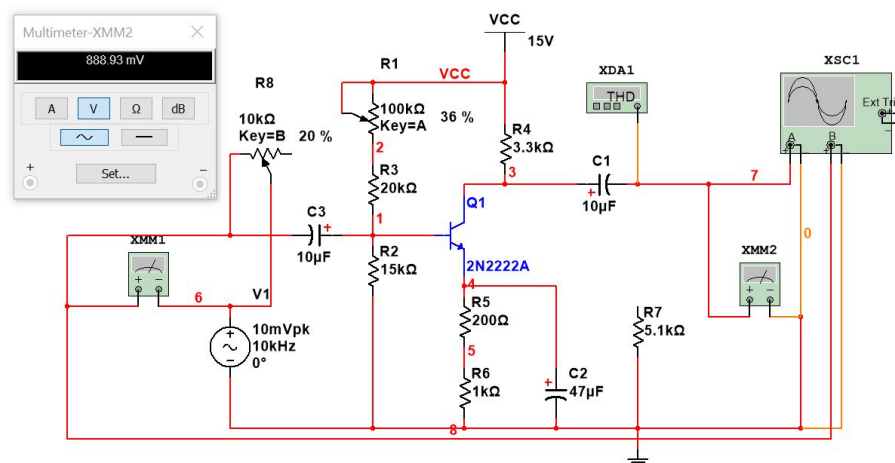


图 4: 放大电路空载输出电压

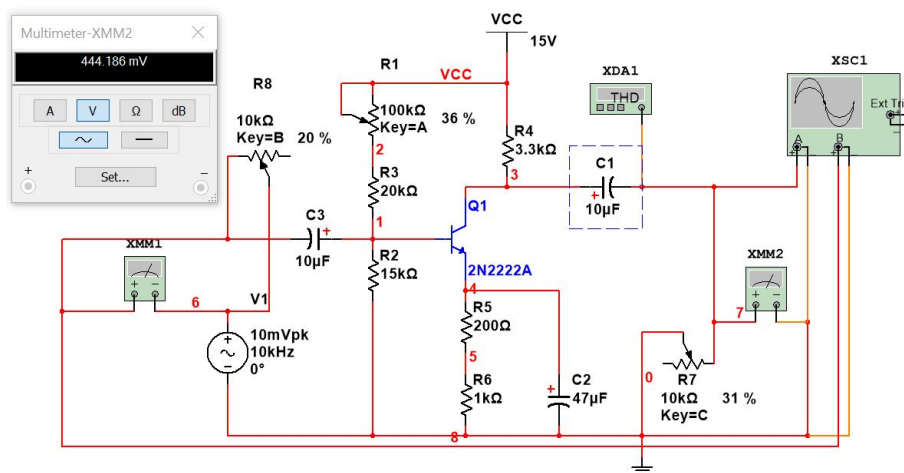


图 5: 放大电路输出电阻的测量

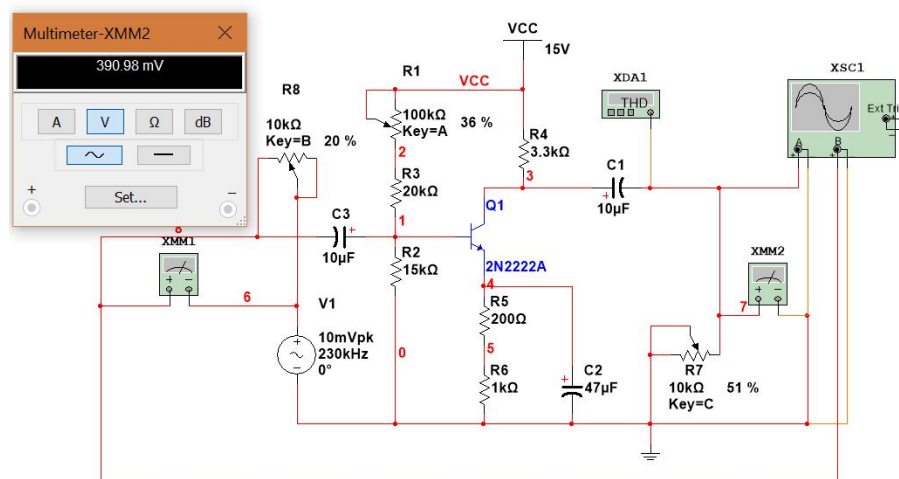


图 6: 上限截止频率的测试

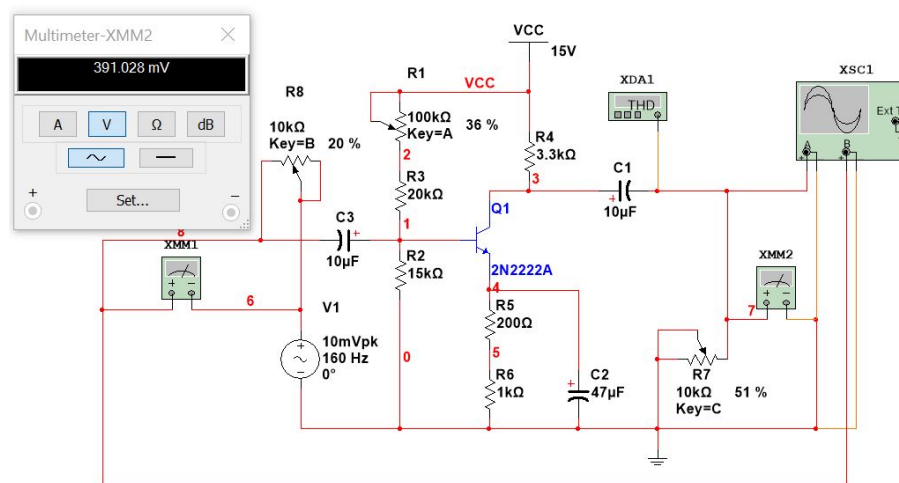


图 7: 下限截止频率的测试

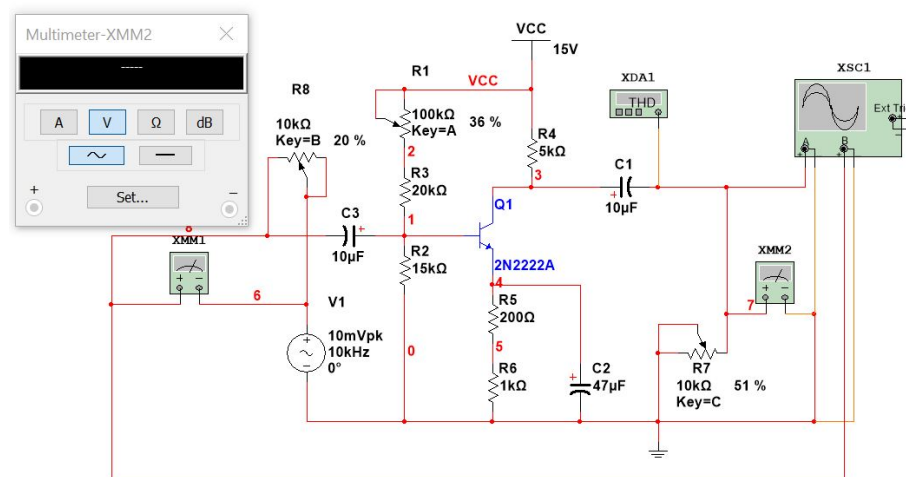


图 8: 对电路的改进

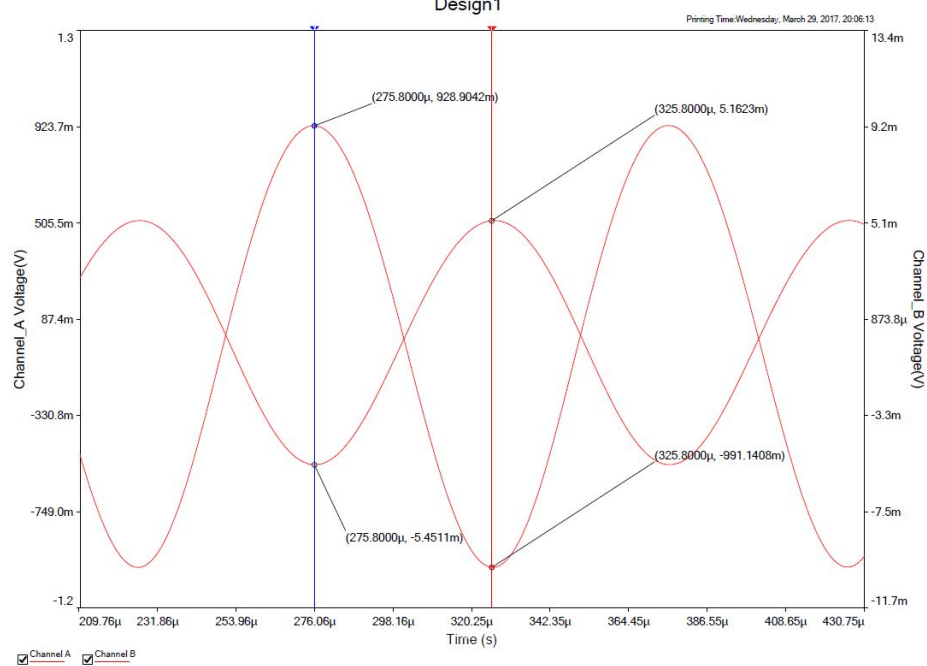


图 9: 改进后放大波形

1.5 失真的产生和消去

1.6 实际电路的搭建

2 单管 MOS 放大电路的搭建和仿真测试

2.1 datasheet 和传输特性的测试

2.2 静态工作点的调整

2.3 动态参数的测定

2.4 性能指标的改进

2.5 失真的产生和消去

2.6 实际电路的搭建

3 集成运放的搭建和仿真测试

4 负反馈放大电路自激震荡的产生和消去