

实验一单管放大电路仿真及实验

张蔚桐 2015011493 自 55

2017 年 3 月 14 日

1 预习任务

1.1 电路放大原理

以阻容耦合电路为例，如图 1所示，集电极电源 V_{CC} 通过基极电阻 R_b 和集电极电阻 R_c 提供合适的 U_{be} 和 U_{ce} ，使晶体管处于放大区。为了保证放大电路正常工作，需要通过调整参数得到合适的静态工作点，保证输入信号在一定范围内时最终的信号不会失真。有交流小信号 u_i 作用时，交流量驼载在直流量上。输入信号通过容抗很小的电容加在发射结上，小电流经过晶体管放大后，在集电极产生放大的电流，通过 R_c 转换为电压变化，从而实现了动态电压信号的放大。

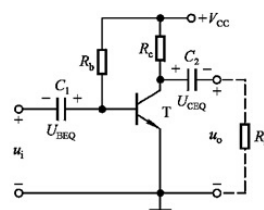


图 1: 基本阻容耦合电路
图

1.2 理论预估

如图 2所示是实验用电路图，其中进行理论估算时取 $r_{bb'} = 100\Omega$ 于是可得 $r_{be} = r_{bb'} + \frac{U_T}{I_{BQ}} \approx 100\Omega + \frac{26mV}{10\mu A} \approx 1k\Omega$ 其中上式的各项参数按照经典值进行估计， β 估计为 100。上式仅为在数量级上的估计。

同样可以得到 $R_i \approx 10k\Omega$, $R_o \approx 3.3k\Omega$, $A = -\frac{\beta R'_L}{r_{be}} \approx -30$

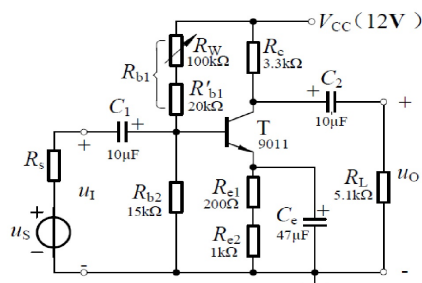


图 2: 单管共射放大电路

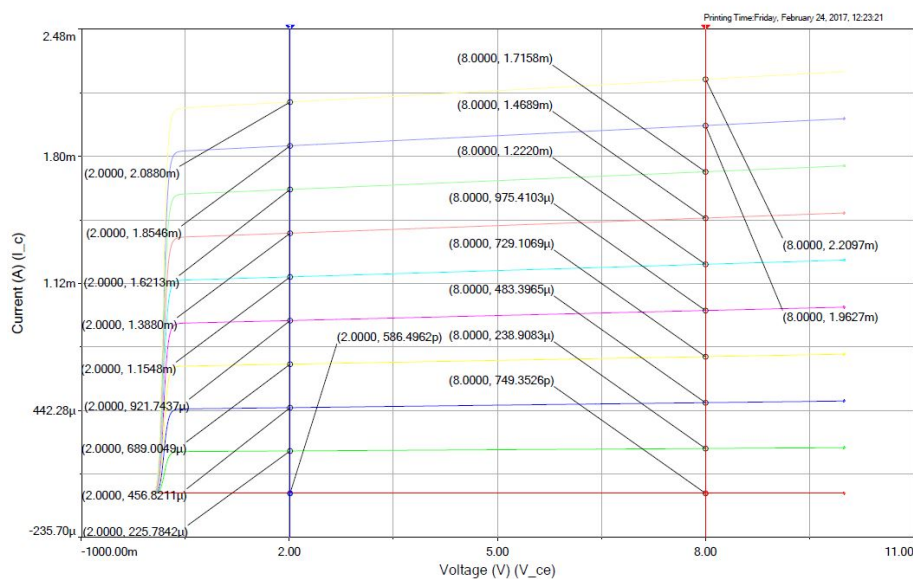
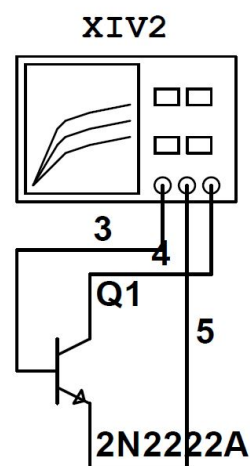


图 4: 晶体管输出特性

2 EDA 中对 β 的测量

采用如图 3 的电路进行测试, 将晶体管按照 IV 测试仪的指示接入 IV 测试仪, 将 “Component” 设置为 “BJT NPN”, 将 I_b 设置为 $0A - -10\mu A$, U_{ce} 设置为 $0V - 10V$ 进行宽范围测试, 得到图 4 所示的结果。在图 4 中标识了在 $U_{ce} = 2V$ 和 $U_{ce} = 8V$ 下, I_c 随着 I_b 的变化情况, 具体来说可以总结为下表

图 3: 晶体管 β 测试电路图

$I_b/\mu\text{A}$	$I_c/\text{mA}@U_{ce} = 2\text{V}$	$I_c/\text{mA}@U_{ce} = 8\text{V}$
0.00	0.0005	0.0007
1.11	0.2258	0.2389
2.22	0.4568	0.4834
3.33	0.6890	0.7291
4.44	0.9217	0.9754
5.56	1.1549	1.2220
6.67	1.3880	1.4689
7.78	1.6213	1.7158
8.89	1.8546	1.9627
10	2.0880	2.2097

于是可以对两种情况下的 I_c 和 I_b 做直线拟合得到

$$I_c = 209.06I_b - 5.2456(\mu\text{A}) @ U_{ce} = 2\text{V}, R^2 = 1, \beta = 209.06$$

$$I_c = 221.24I_b - 5.5308(\mu\text{A}) @ U_{ce} = 8\text{V}, R^2 = 1, \beta = 221.24$$

因此可以认为晶体管的 $\beta = 215$

3 理论计算