

实验一 单级交流放大电路

作者: GeorgeDong32

一、实验目的

1. 熟悉电子元件和模拟电路实验箱，
2. 掌握放大电路静态工作点的调试方法及其对放大电路性能的影响。
3. 学习测量放大电路 Q 点， A_u 、 r_i 、 r_o 的方法，了解共射极电路特性。
4. 学习放大电路的动态性能。

二、实验仪器

1. 示波器
2. 信号发生器
3. 数字万用表

三、预习要求

1. 三极管及单管放大电路工作原理。
2. 放大电路静态和动态测量方法。

四、实验内容及步骤

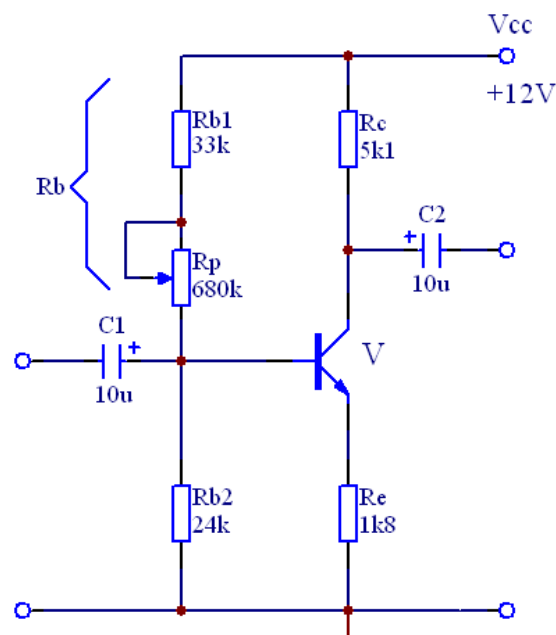


图 1.1 基本放大电路

1. 装接电路与简单测量

(1) 用万用表判断实验箱上三极管 V 的极性和好坏，电解电容 C 的极性和好坏。

41。

测三极管 B、C 和 B、E 极间正反向导通电压，可以判断好坏；测电解电容的好坏必须使用指针万用表，通过测正反向电阻。

三极管导通电压 $U_{BE}=0.7V$ 、 $U_{BC}=0.7V$ ，反向导通电压无穷大。

(2)按图 1.1 所示，连接电路(注意：接线前先测量+12V 电源，关断电源后再连线)，将 R_P 的阻值调到最大位置。

2. 静态测量与调整

(1)接线完毕仔细检查，确定无误后接通电源。改变 R_P ，记录 I_C 分别为 0.5mA、1mA、1.5mA 时的 I_B ，并计算三极管 V 的 β 值。 $\beta = I_C / I_B$

注意： I_B 和 I_C 的测量和计算方法

① I_B 和 I_C 一般可用间接测量法，即通过测 U_C 和 U_B ， R_c 和 R_b 、 R_{b2} 计算出 I_B 和 I_C 。此法虽不直观，但操作较简单，建议初学者采用。

②直接测量法，即将电流表直接串联在基极和集电极中测量。此法直观，但操作不当容易损坏器件和仪表。不建议初学者采用。

(2) 调整 R_P 使 $U_E=2.2V$ ，计算并填表 1.1。

表 1.1

实测			实测计算		
$U_{BE}(V)$	$U_{CE}(V)$	$R_b(K\Omega)$	$I_B(\mu A)$	$I_C(mA)$	β
0.672	3.602	62.78	0.0257	1.215	47.29

3. 动态研究

(1)按图 1.2 所示电路接线，调节 R_P 使 $U_C=6V$ 。如想做直流负反馈放大电路实验按图 1.5 所示电路接线。

注：在进行小信号放大实验时，由于所用信号发生器及连接电缆的缘故，往往在进入放大器前就出现噪声或不稳定，实验时可采用在放大器输入端加衰减的方法。一般可用实验箱中电阻组成衰减器，这样连接电缆上信号电平较高，不易受干扰。实验连接线应尽量短，避免相互干扰。

(2)将信号发生器的输出信号调到 $f=1kHz$ ，幅值为 500mV，接至放大电路的 A 点，经过 R_1 、 R_2 衰减， U_i 点得到接近 5mV 的小信号。或者不接 R_1 、 R_2 ，直接从 U_i 点输入幅值 5mV、1kHz 信号。观察 U_i 和 U_o 端波形，并比较相位。

(3)信号源频率不变，逐渐加大信号源幅度，观察 U_o 不失真时的最大值并填表 1.2。

$$r_{be} \approx 200 + (1 + \beta) \frac{26mV}{I_E}, \quad A_v = -\beta \frac{R_L \parallel R_c \parallel r_{ce}}{r_{be}},$$

表 1.2

$R_L = \infty$

实测		实测计算	估算
$U_i(mV)$	$U_o(V)$	A_u	A_u
1.66	0.42	253.01	199.16
3.31	0.838	253.94	199.16
17.4	3.3	191.4	199.16

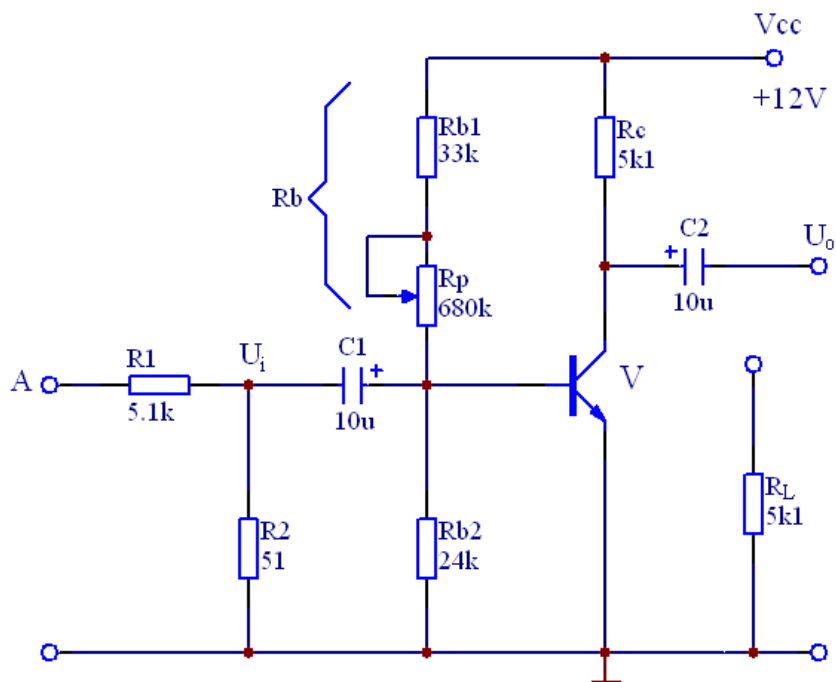


图 1.2 小信号放大电路

(4) 保持 $U_i=5\text{mV}$ 不变，放大器接入负载 R_L ，在改变 R_c 数值情况下测量，并将计算结果填表 1.3。

表 1.3

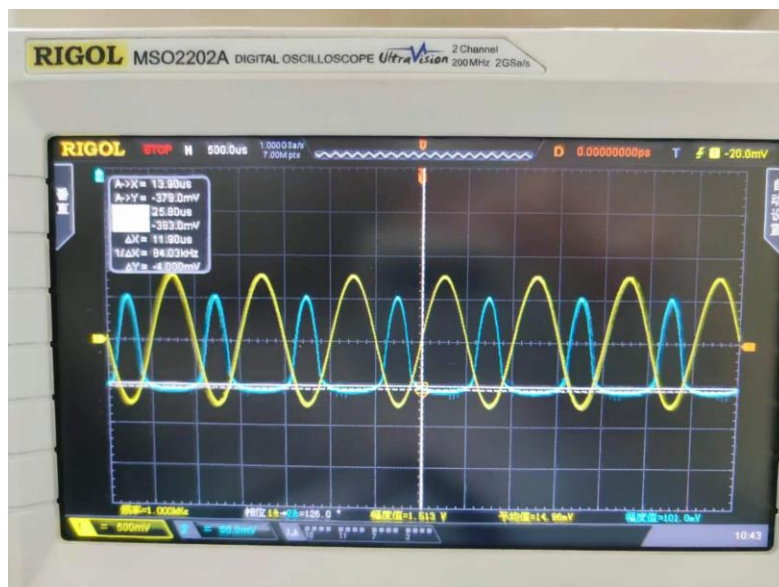
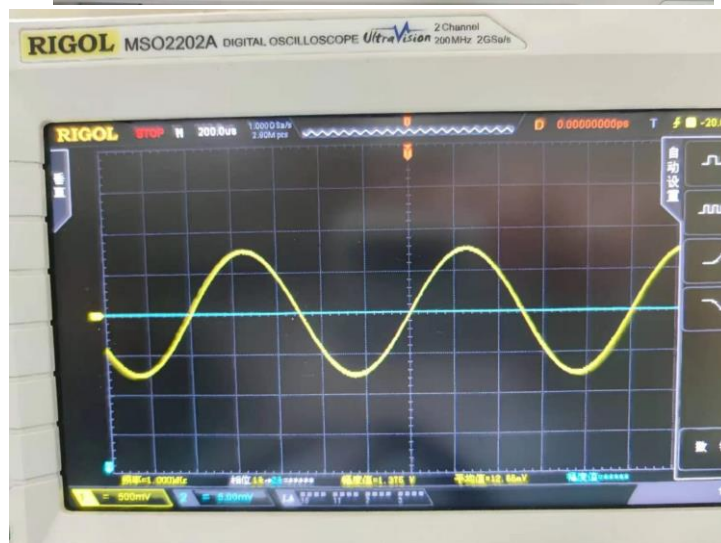
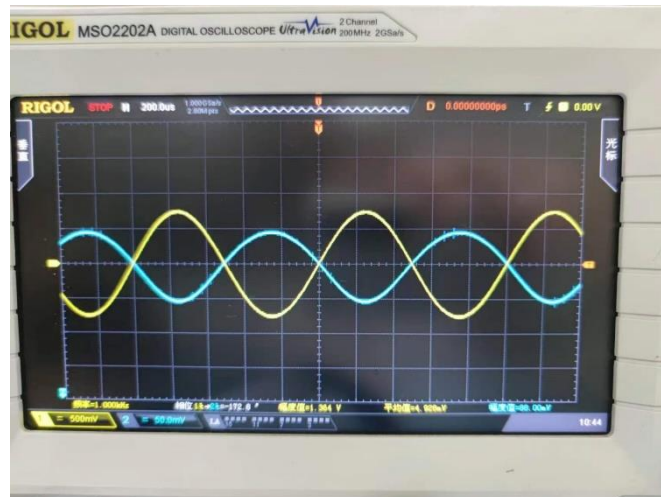
给定参数		实测		实测计算	估算
R_c	R_L	$U_i(\text{mV})$	$U_o(\text{V})$	A_u	A_u
2k	5k1	5.1	0.582	114.1	112.14
2k	2k2	5.1	0.583	114.3	81.77
5k1	5k1	5.1	1.298	254.5	199.05
5k1	2k2	5.1	1.296	254.1	119.97

(5) $R_c=5\text{k}1$ ，不接负载电阻，选择合适 U_i ，增大和减小 R_p ，观察 U_o 波形变化，应可出现正常放大和两种失真现象。若失真观察不明显可增大 U_i 幅值，并重测，将测量结果填入表 1.4。

表 1.4

R_p	U_B	U_C	U_E	输出波形情况
较大	0.465	11.99	0	一条直线
合适	0.59	11.668	0.003	正弦波
较小	0.696	0.447	0.087	底部失真

输出波形图片如下：（黄色线为输入电压，蓝色线为输出电压）



4. 测放大电路输入、输出电阻。

(1) 输入电阻测量 (见图 1.3)

不接衰减电路的 R_2 ，即在输入端 U_i 串接一个 $5k\Omega$ 电阻如图 1.3，测量 U_s 与 U_i ，即可计算 r_i 。

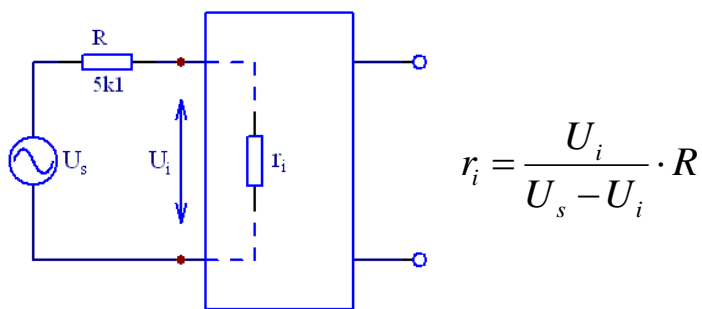


图 1.3 输入电阻测量

(2) 输出电阻测量 (见图 1.4)

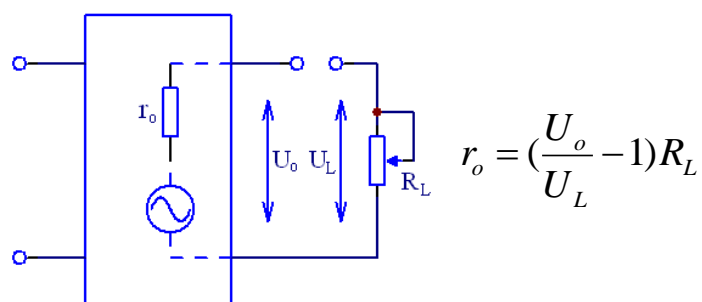


图 1.4 输出电阻测量

在输出端接入可调电阻作为负载，选择合适的 R_L 值使放大电路输出不失真 (接示波器监视)，测量带负载时 U_L 和空载时的 U_o ，即可计算出 r_o 。

将上述测量及计算结果填入表 1.5 中。

$$r_i = R_b \parallel R_{b2} \parallel r_{be}, r_o = r_{ce} \parallel R_c \approx R_c$$

表 1.5

测算输入电阻 (设: $R=5k\Omega$)				测算输出电阻			
实测		测算	估算	实测		测算	估算
$U_s(mV)$	$U_i(mV)$	r_i	r_i	U_o $R_L=\infty$	U_L $R_L=$	$r_o(k\Omega)$	$r_o(k\Omega)$
174.96	22.26	743.46	605.84	3.637	3.321	4.582	5.1