

二. 射极跟随器

杨宇

2024/10/12

A

一. 实验目的

- (1) 掌握射极跟随器的特性及测量方法。
- (2) 进一步学习放大器各项参数的测量方法。

二. 实验仪器

- (1) 数字示波器
- (2) 信号发生器
- (3) 数字万用表

三. 实验原理

射极跟随器输出电压可在较大范围内跟随输入电压作线性变化, 而具有优良的跟随性能。

1. 输入电阻 R_i : 实际测量时, 在输入端串接一个已知电阻 R , 在 A 端输入信号 U_i , 在 B 端的输入信号为 U_i' , 通过设计跟随器的

$$\text{输入电流为 } I_i' = \frac{U_i - U_i'}{R}, \quad I_i' \text{ 是流过 } R \text{ 的电流, 于是射极跟随器的输入电阻为 } R_i = \frac{U_i'}{I_i'} = \frac{U_i'}{\frac{U_i - U_i'}{R}} = \frac{R}{\frac{U_i}{U_i'} - 1}$$

因此, 只要测得 A、B 两点信号电压的大小就可以按照上式算出输入电阻 R_i 。

2. 输出电阻 R_o :

在放大器的输出端带上负载 R_L , 则放大器的输出信号电压 U_o 将比不带负载时的 U_o 有所下降, 因此从放大器的输入端看进去

整个放大器相当于一个等效电源, 该等效电源的电动势为 U_s , 内阻为放大器的输出电阻 R_o , 按等效电路先使放大器开路,

测出其输出电压 U_o , 显然 $U_o = U_s$, 再使放大器带上负载 R_L , 由于 R_o 的影响输入电压将降为 $U_i = \frac{R_L U_s}{R_o + R_L}$

$$\text{又 } U_o = U_i, \text{ 则 } R_o = \left(\frac{U_o}{U_s} - 1 \right) R_L$$

因此, 在已知 R_L 的条件下, 只要测出 U_o 和 U_s , 就可以按照上式算出射极跟随器的输出电阻 R_o 。

3. 电压跟随范围

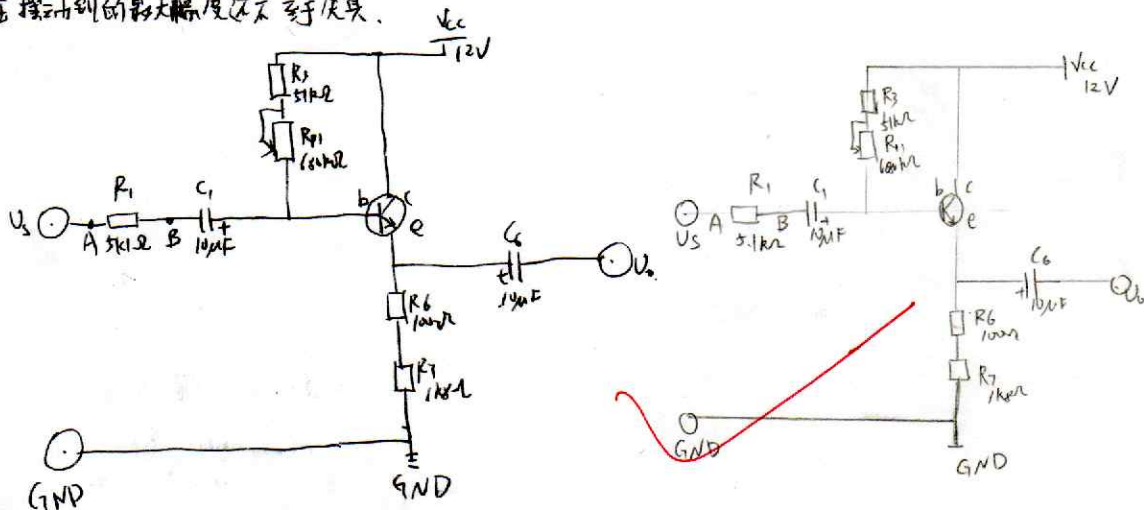
电压跟随范围, 是指跟随器输出电压随输入电压作线性变化的区域, 但在输入电压超过一定范围时, 输出电

压便不能跟随输入电压作线性变化, 产生非线性失真, 因为射极跟随器的电压放大倍数 $A_u = \frac{U_o}{U_i} = 1$ 。

由此说明, 当输入信号 U_i 升高时, 输出信号 U_o 也升高, 反之, 若输入信号降低, 输出信号也降低, 因此射极跟随器的输出信号与输入信号同相变化的, 这就是射极跟随器的跟随作用。所谓跟随范围就是输出电压能够跟随输入电压摆动到的最大幅度不至于失真。

四. 实验内容与结果

1. 连接电路



2. 直流工作点的调整

将电源+12V接上,在A点加 $f=1\text{kHz}$ 正弦波信号,输出端用示波器观察,反复调节 R_1 及信号源输出幅度,使输出幅度在示波器屏幕上得到一个最大不失真波形,然后断开输入信号,用万用表测量晶体管各极对地的电压,即为该放大器静态工作点。

$U_e(\text{V})$	$U_b(\text{V})$	$U_c(\text{V})$	$I_c = \frac{U_c}{R_c}$	$R_c = 1.8799\text{k}\Omega$
8.050	8.425	11.962	4.28328mA	

3. 测量电压放大倍数 A_u

接入负载 $R_L=1\text{k}\Omega$,在A点加 $f=1\text{kHz}$ 信号,调输入信号幅度(此时偏置电阻器 R_1 不能再变动),用示波器观察,在输出最大不失真情况下测 U_i 、 U_o 值。

$A_i(\text{V})$	$U_o(\text{V})$	$A_u = U_o/U_i$
2.1485	1.948	0.90379

4. 测量输出电阻 R_o

在A点加 $f=1\text{kHz}$, $U_i=100\text{mV}$ 左右的正弦波信号,接上负载 $R_L=2\text{k}\Omega$,用示波器观察输出波形,用毫伏表测量放大器的输出电压 U_L 及空载($R_L=\infty$),即 R_L 断开时的输出电压 U_o 的值。

$U_o(\text{mV})$	$U_L(\text{mV})$	$R_L(\text{k}\Omega)$	$R_o = \frac{U_o}{U_L - U_o} \times R_L$
93.43	90.64	2.0097	74995

5. 测量放大器输入电阻 R_i

在输入端接入 $5.1\text{k}\Omega$ 电阻, A点加 $f=1\text{kHz}$ 的正弦波信号,用示波器观察输出波形,用毫伏表分别测A、B点对地电压 U_A 、 U_B 。

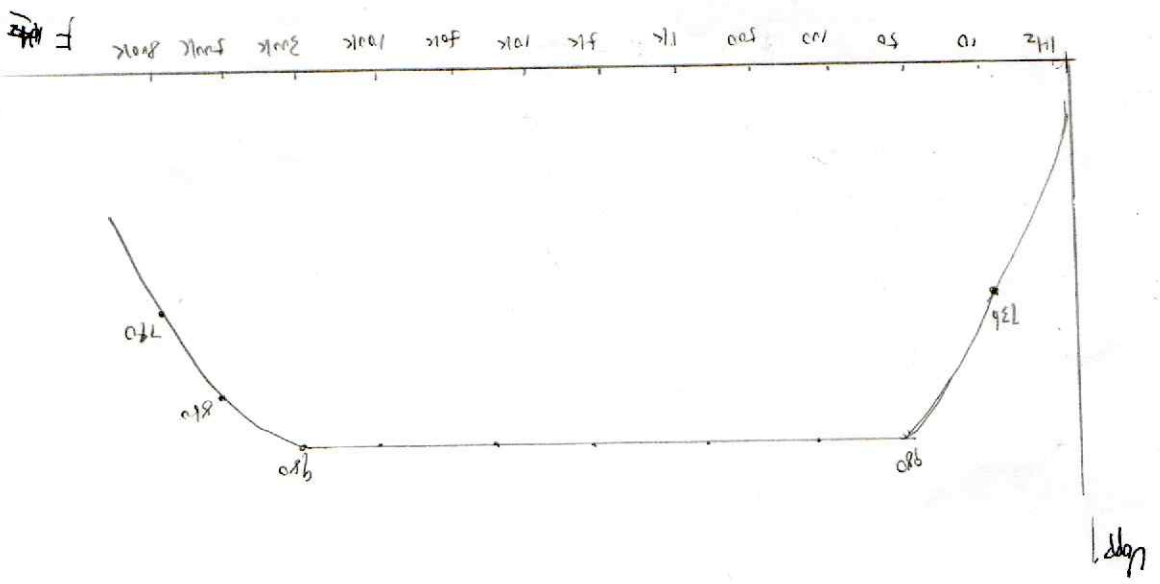
$U_A(\text{V})$	$U_B(\text{V})$	$R_1(\text{k}\Omega)$	$R_i(\text{k}\Omega) = \left(\frac{U_B}{U_A - U_B} \times R_1 \right) = \frac{R_1}{\frac{U_A}{U_B} - 1}$
1.6132	0.9586	5.121	824311

6. 测试电压跟随器的跟随特性并测量输出电压峰值 U_{op}

接入负载 $R_L=2\text{k}\Omega$,在A点加 $f=1\text{kHz}$ 的正弦信号,逐渐增大输入信号幅度 U_i ,

用示波器观察输出端,在波形不失真的时,测所对应的 U_L 值计算 A_u 。

并用示波器测量输出电压的峰值 U_{op} 与毫伏表测得的对应输出电压有效值随



输入频率	V_{opp}
1 Hz	100 mV
5 Hz	560 mV
9 Hz	736 mV Δ
10 Hz	780 mV
50 Hz	980 mV
100 Hz	980 mV
500 Hz	980 mV
1 kHz	980 mV
5 kHz	980 mV
10 kHz	980 mV
50 kHz	980 mV
100 kHz	980 mV
300 kHz	900 mV
500 kHz	860 mV
800 kHz	740 mV Δ

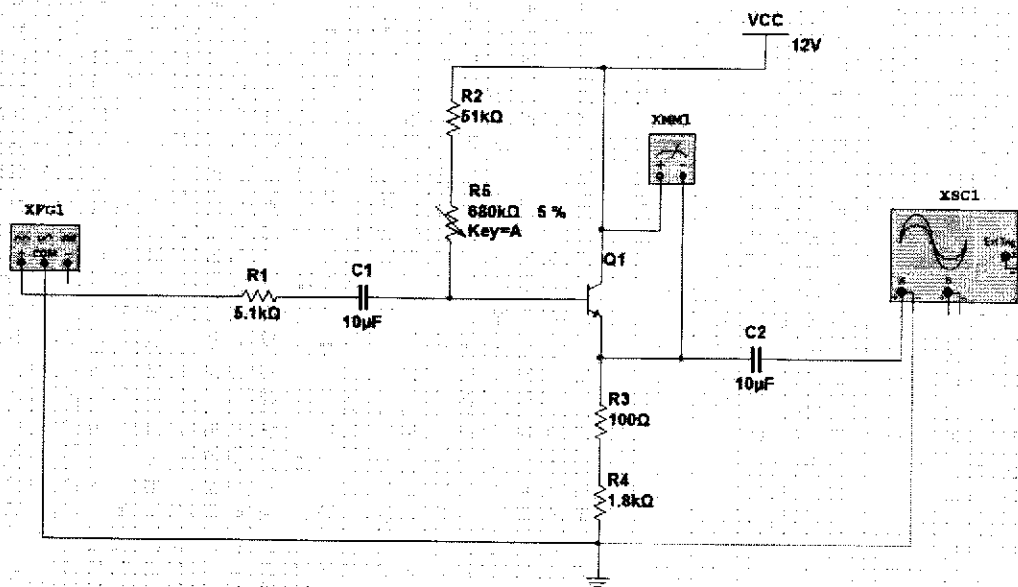
保持输入电压不变,改变输入频率,用示波器检测输出电压

7. 测量并绘制幅频特性曲线

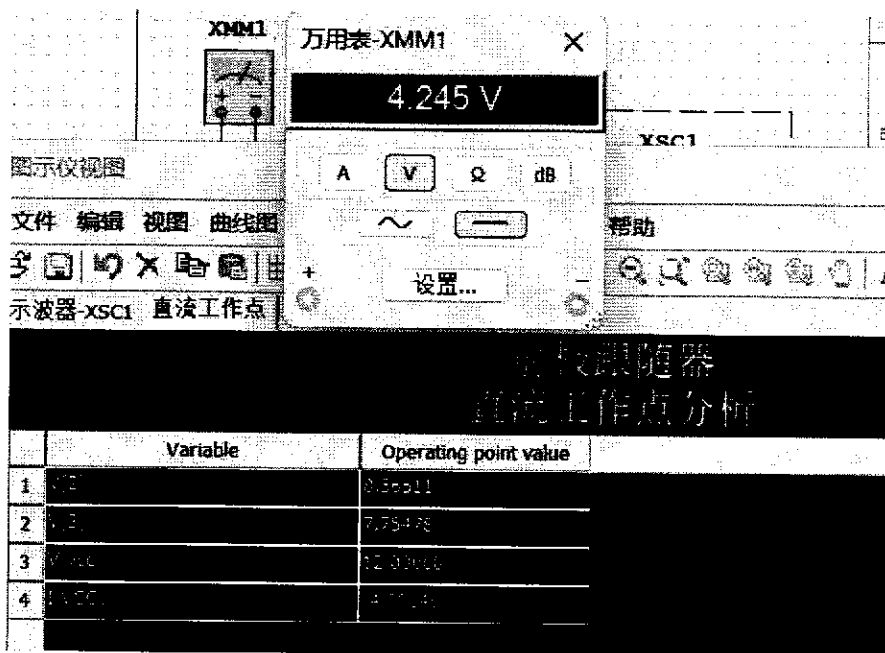
V_i	V_o	V_{opp}	A_u
0.3315	0.6664	0.9912	1.3315
0.6664	0.9912	1.6715	2.013
0.9912	1.3315	2.3441	2.4065
1.3315	1.6715	2.3441	2.4065
1.6715	2.013	2.3441	2.4065
2.013	2.3441	2.3441	2.4065
2.3441	2.4065	2.3441	2.4065
2.4065	2.4065	2.3441	2.4065

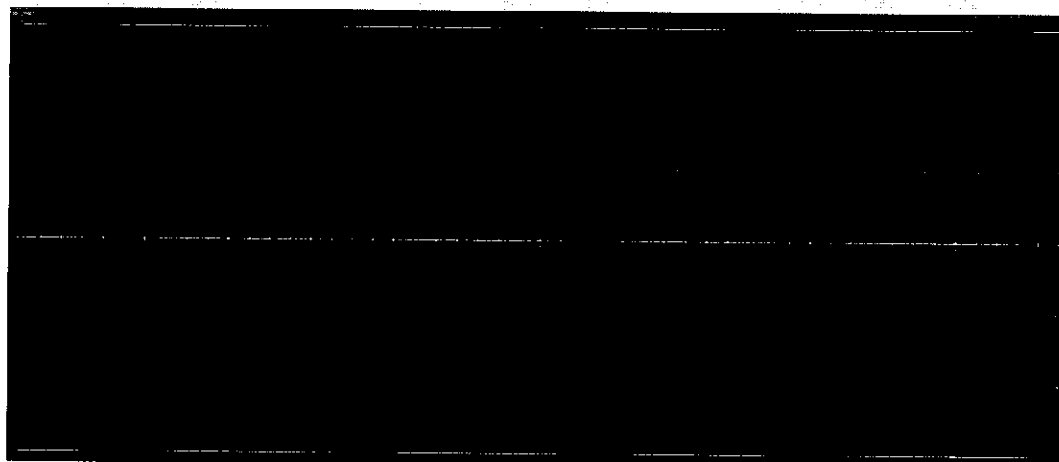
7.2V

1. 实验电路

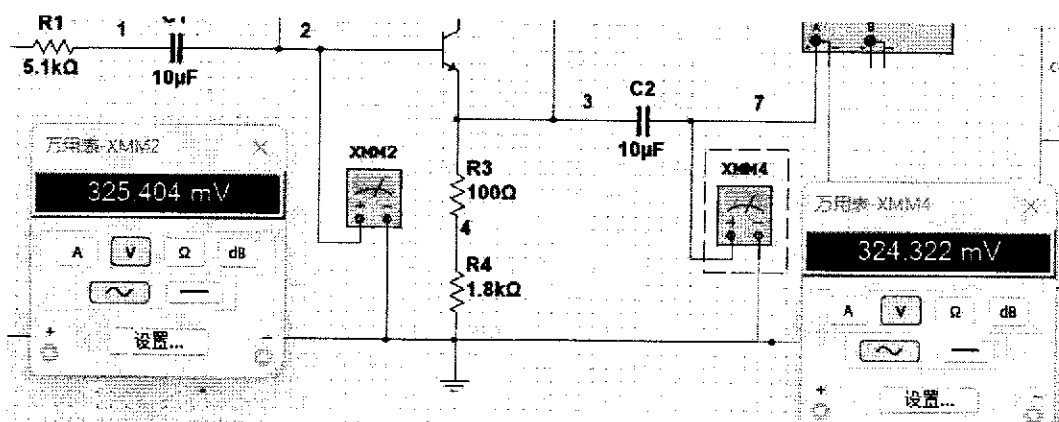


2. 直流工作点





3. 电压放大倍数



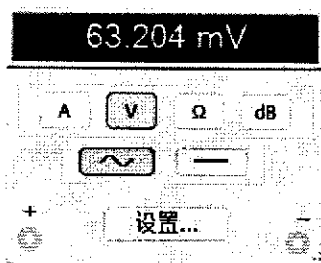
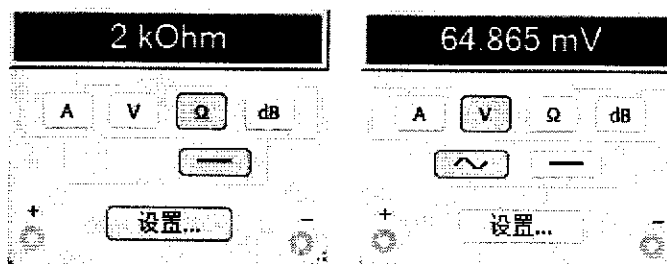
Ai	Uo	Au
325.404	324.322	0.99667

4. 测量输出电阻

信号选项

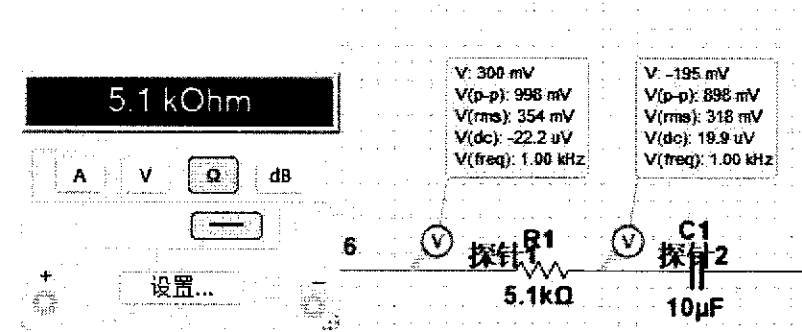
频率:	1	kHz
占空比:	50	%
振幅:	100	mVp
偏置:	0	V

设置上升/下降时间



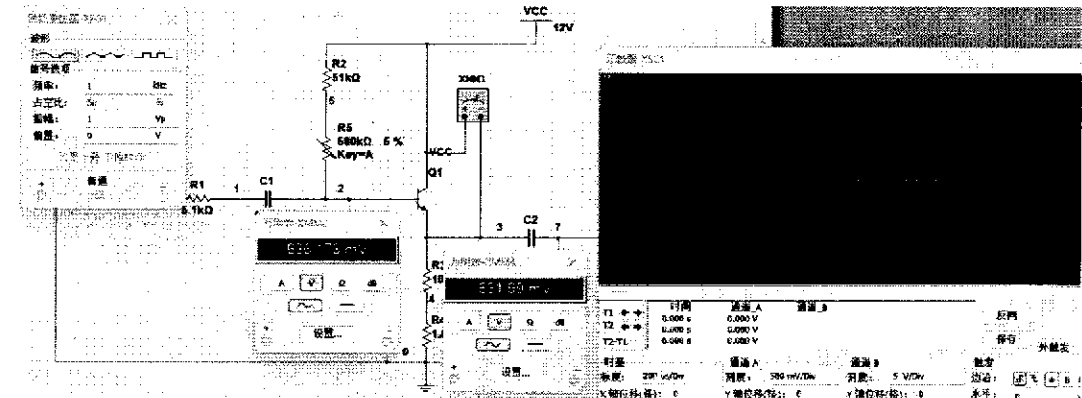
Uo	UI	RI	Ro
64.865m	63.204m	2000	52.55996

5. 测量放大器输入电阻



Ua	Ub	R1	Ri
998m	898m	5.1k	45.798k

6. 测量射极跟随器的跟随特性并测量输出电压峰峰值



Ui	U _I	U _{pp}	Au
636.173m	631.99m	0.89	0.993424745
1.272	1.264	1.785	0.993710692
1.909	1.894	2.675	0.992142483
2.545	2.522	3.555	0.990962672

7. 幅频特性曲线

