



哈尔滨工业大学(深圳)
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

实验与创新实践教育中心

实验报告

课程名称: 模拟电子技术实验 实验名称: 实验三: 射极跟随器

专业-班级: 自动化1班 学号: 190410102 姓名: 方尧

实验日期: 2021 年 4 月 21 日 评分: _____

教师评语:

助教签字: _____

教师签字: _____

日 期: _____

实验预习

实验预习和实验过程原始数据记录



预习结果审核: _____

原始数据审核: _____

(包括预习时, 计算的理论数据)

注意: 所有的波形都必须拍照保存, 用于课堂检查和课后分析。

表 3-2 射极跟随器静态工作点数据表

测量值			计算值			
V_E/V	V_B/V	V_C/V	V_{BE}/V	V_{CE}/V	I_E/mA	I_B/mA
6.886	7.380	11.993	0.494	5.107	3.443	0.014

表 3-3 射极跟随器放大倍数测量数据表

1.5V

	测量值			计算值	
	U_i/V	U_o/V	$U_o/V (R_L=1k\Omega)$	A_u	A_{us}
A 点	1.4965	1.4916	1.4632	0.98	0.8316
B 点	1.4977	1.7651	1.4678	0.978	0.981

表 3-4 射极跟随器跟随特性测量数据表

U_i/V	0.3	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.5	1.70
U_o/V	0.275	0.485	0.680	0.878	1.07	1.25	1.45	1.64

表 3-5 射极跟随器输出电阻测量数据表

	U_o/mV	U_i/mV	$R_i/k\Omega$	
			测量值	理论值
空载	1.4968V	1.3573V	194.59	180.82
$R_L=1k\Omega$	1.4965V	1.2699V	112.08	95.64

表 3-6 射极跟随器输出电阻测量数据表

	U_i/V	U_o/V	$R_o/k\Omega \ \Omega$	
			测量值	理论值
A 点接入	1.2472	1.3550	186.43	99.59
B 点接入	1.4902	1.4902	18.3	10

表 3-7 射极跟随器幅频特性测量数据表 $U_i=0.7V$

		f_L			f_0			f_H	
f	10Hz	50Hz	100Hz	1kHz	10kHz	100kHz	1MHz	2MHz	3MHz
U_i/V	0.688	0.683	0.685	0.688	0.699	0.698	0.696	0.707	0.755
U_o/V	0.671	0.667	0.670	0.673	0.671	0.691	0.688	0.700	0.699
$A_u=U_o/U_i$	0.975	0.9766	0.978	0.978	0.989	0.990	0.9885	0.991	0.926

一、实验目的

1. 掌握射极跟随器的特性及测试方法。
2. 进一步学习放大器各项参数测试方法。

二、实验设备及元器件

直流稳压源	电阻
手持万用表	可变电阻
手持万用表	三极管
信号发生器	电容
示波器	面包板, 导线
	实验用9孔方板

三、实验原理（重点简述实验原理，画出原理图）

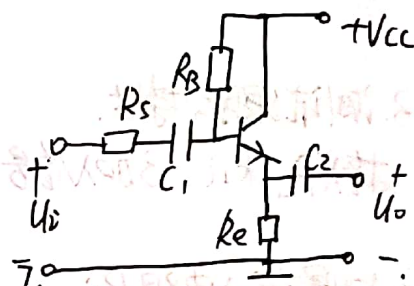
射极跟随器电路图如图所示。

3.1 静态工作点

当 $U_i = 0$, 测 V_B, V_C, V_E , 计算各参数:

$$U_{BE} = V_B - V_E; I_C \approx I_E = (1 + \beta) I_B; I_B = \frac{V_{CC} - V_B}{R_B}; I_E = \frac{I_C}{\beta}$$

$$U_{CE} = V_{CC} - V_E$$



四、实验过程

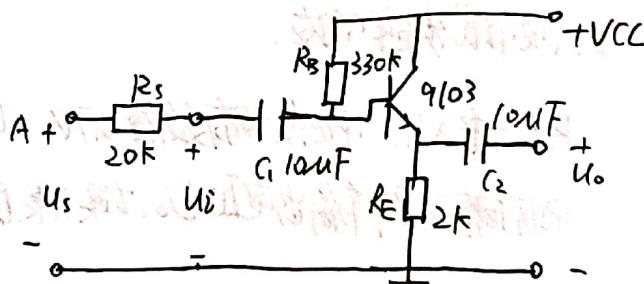
（叙述具体实验过程的步骤和方法，记录实验数据在原始数据表格，如需要引用原始数据表格，请标注出表头，如“实验数据见表 1-”）

1. 测定静态工作点

按 3-2, 接 +12V 直流电源, 在 B 点加 1Hz U_i ,

用示波器观察输入输出电压, 关闭 U_i , 计入表 2,

保持 R_B 不变。



2. 测量 A_u

接入 $R_L = 1k\Omega$, B 点加入 U_i , 测量, 计入表 3 中, A 点加入信号 U_S , 测算数据,

计入表 3 中

3.2 动态性能指标

1) 输入电阻 R_i . $R_i = \frac{U_i}{I_i} = \frac{U_i}{U_s - U_i} R_s$

2) 输出电阻 R_o . $R_o = \frac{r_{be}}{1+\beta} \parallel R_E \approx r_{be}/(1+\beta)$ (R_s 很小)

$$R_o = \frac{R_B \parallel R_s + r_{be}}{1+\beta} \parallel R_E \approx \frac{R_B \parallel R_s + r_{be}}{1+\beta}$$

测试, 先测空载输出 U_o , 再测接入负载 R_L 后输出 U_L , $R_o = (\frac{U_o}{U_L} - 1) R_L$

13) 电压放大倍数 A_{ui}

$$A_{ui} = \frac{(1+\beta)(R_E \parallel R_L)}{r_{be} + (1+\beta)(R_E \parallel R_L)} \leq 1$$

3. 测试跟随特性

接入 R_L $1k\Omega$, B 加入信号 U_i , 用示波器观察 U_i 和 U_L , 记录 U_i 和 U_L 填入表 3-4 中。

4. 测量输入电阻 R_i

空载, A 点加入 U_s , 测定 U_s 和 U_i , 记录数据, $R_L = 1k\Omega$, 重复上述过程, 记入表 3-5 中。

5. 测量输出电阻 R_o

A、B 分别接入 U_s , U_i , 分别测量空载和带载时输出电压, 记录于表 3-6 中。

6. 测试频率响应

B 点接入 U_i , 幅度为有效值 $0.7V$, 以 $f = 10kHz$ 分别上下调节频率, 用交流毫伏表,

测不同频率下输出电压 U_o , 填入表 3-7 中, 绘制 $A_u = f(f)$

五、实验数据分析

（按指导书中实验报告的要求用图表或曲线对实验数据进行分析处理，并对实验结果做出判断，如需绘制曲线请在坐标纸中进行）

1. 测定静态工作点

根据表 3-2 的测量数据，和理论计算值比较，分析误差产生的原因。

$$I_B \cdot R_B + U_{BE} + (1+\beta)I_B R_E = V_{CC}$$

实验-测得 $\beta = 198$ ，得 $I_B = 15.1 \mu A$

$$V_B = V_{CC} - I_B \cdot R_B = 6.89 V$$

$$V_E = (\beta+1)I_B \cdot R_E = 6.169 V, V_C = 12 V$$

2. 测量输出电阻 R_o 和输入电阻 R_i

根据表 3-4 和 3-5，测量的输入电阻和输出电阻，与理论计算值比较，分析误差产生的原因。

	测量	理论
输入	194.59 k Ω	180.82 k Ω
	112.08 k Ω	95.64 k Ω
输出	86.43 Ω	99.59 Ω
	18.3 Ω	10 Ω

大体上接近，有些许误差。

误差产生原因：

① 仪器测量本身存在误差。

② 电阻阻值与标称值不符。

实测 $V_E = 6.886 V$, $V_B = 7.38 V$.

误差产生的原因：

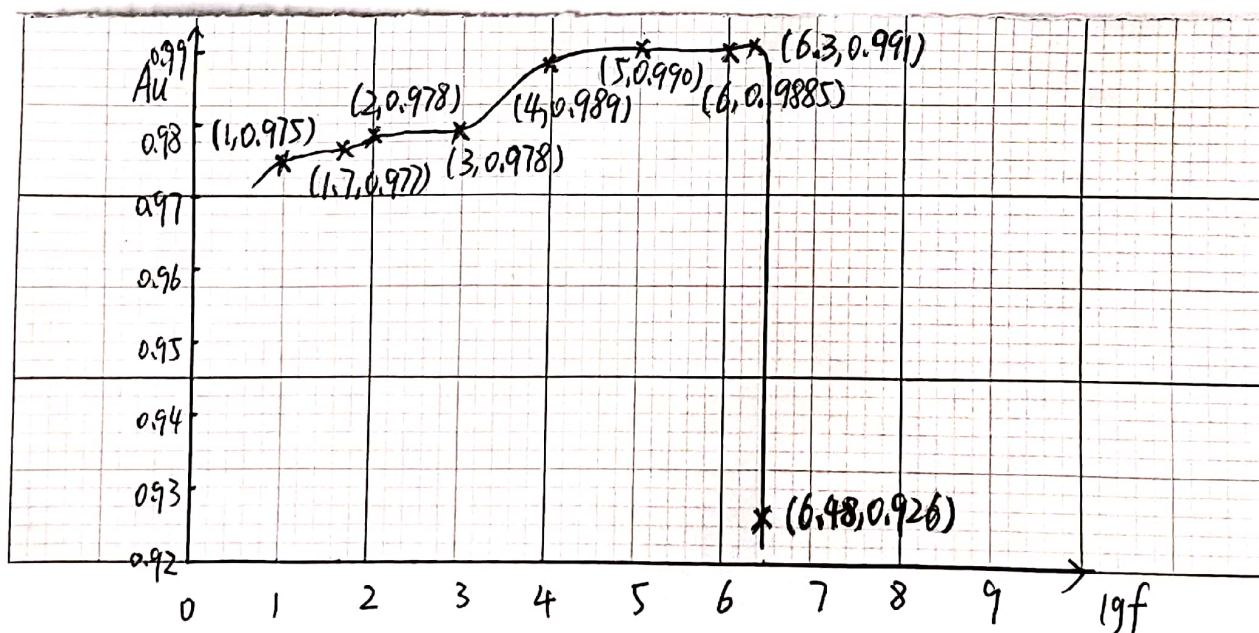
① 两次实验 β 因温度等关系产生变化。

② 电阻阻值与标称值不符。

③ 测量仪器本身存在测量误差。

3. 根据表 3-7，在坐标纸中，绘制幅频响应曲线图 $A_u = F(f)$ 。

$A_u = F(f)$ 曲线如图



六、问题思考

（回答指导书中的思考题）

1. 测量放大器静态工作点时，如果测得 $U_{CE} < 0.5V$ ，说明晶体管处于什么工作状态？如果测得 $U_{CE} \approx U_{CC}$ ，晶体管又处于什么工作状态？

$U_{CE} < 0.5V$ 说明晶体管处于放大工作状态；

$U_{CE} \approx U_{CC}$ 晶体管处于截止工作状态

2. 在图 3-2 所示的实验电路中，偏置电阻 R_B 起什么作用？

设置静态工作点，使 $U_{BE} > U_{on}$ ，上拉电阻 R_B 至 V_{CC} ，使 B 极电势升高，设置合适静态工作点。

3. 在测试表 3-6 时，当频率达到 100kHz 以上时，为什么不能使用 F287C 测量，而需要使用电子毫伏表，请在网络上搜索两个设备的资料来回答问题。

万用表通常当是用来测工频电压有效值的，即 50Hz，高频交流电压频率高要求采样率要求也较高，万用表满足不了，对万用表来说，高频信号变化的太快了，采集出信号有可能错误的。

电子毫伏表即可以有足够高的采样频率，故能够测高频电压信号。

七、实验体会与建议

1. 掌握了射极跟随器的特性
2. 进一步学习了放大器各项参数测试方法。