

## 实验五 直流差动放大电路

GEORGE DONG32

### 一、实验目的

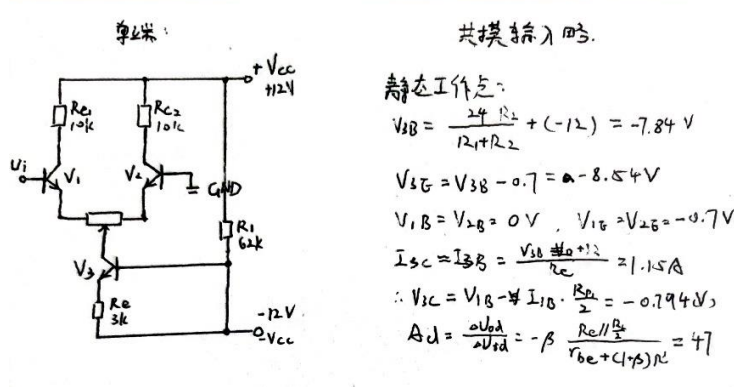
1. 熟悉差动放大电路工作原理。
2. 掌握差动放大电路的基本测试方法。

### 二、实验仪器

1. 双踪示波器
2. 数字万用表
3. 信号源

### 三、预习要求

1. 计算图 5.1 的静态工作点(设  $r_{be}=3K$ ,  $\beta=100$ )及电压放大倍数。
2. 在图 5.1 基础上画出单端输入和共模输入的电路。



### 四、实验内容及步骤

实验电路如图 5.1 所示

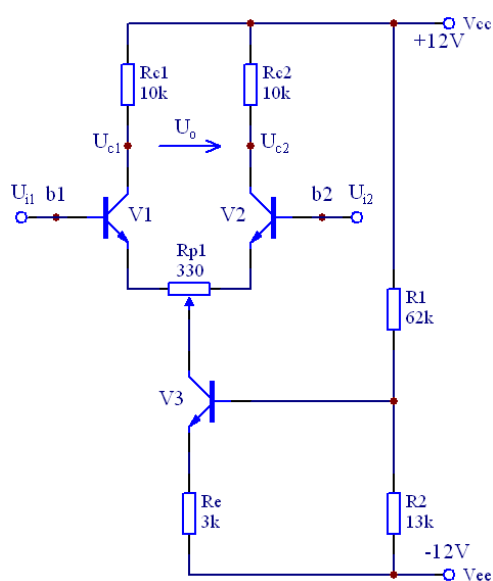


图 5.1 差动放大原理图

1. 测量静态工作点，

(1) 调零

按图连线，将输入端  $U_{i1}$  和  $U_{i2}$  接地，接通直流电源+12V、-12V，调节电位器  $R_{P1}$  使  $U_{C1}=U_{C2}$ 。

(2) 测量静态工作点

测量  $V_1$ 、 $V_2$ 、 $V_3$  各极对地电压填入表 5.1 中

表 5.1

对地电压	$U_{C1}$	$U_{C2}$	$U_{C3}$	$U_{B1}$	$U_{B2}$	$U_{B3}$	$U_{E1}$	$U_{E2}$	$U_{E3}$
测量值 (V)	6.35	6.39	-0.74	0	0	-7.88	-0.6	-0.6	-8.50

2. 测量差模电压放大倍数。

在输入端加入直流电压信号  $U_{id}=\pm 0.1V$  按表 5.2 要求测量并记录，由测量数据算出单端和双端输出的电压放大倍数。注意：由于实验箱直流电压源有输出电阻，所以要先将直流电压源 OUT1 和 OUT2 分别接入  $U_{i1}$  和  $U_{i2}$  端，然后调节直流电压源的调节电位器，使其输出为+0.1V 和-0.1V。

3. 测量共模电压放大倍数。

将输入端  $U_{i1}$  和  $U_{i2}$  短接，接入直流电压源，分别输入+0.1V 和-0.1V，分别测量并填入表 5.2。由测量数据算出单端和双端输出的电压放大倍数。进一步算出共模抑制比

$$CMRR=\left|\frac{A_d}{A_c}\right|。$$

表 5.2

测量及 计算值  输入 信号 $V_i$	差模输入						共模输入						共模抑制比
	测量值 (V)			计算值			测量值 (V)			计算值			计算值
	$U_{C1}$	$U_{C2}$	$U_{o双}$	$A_{d1}$	$A_{d2}$	$A_{d双}$	$U_{C1}$	$U_{C2}$	$U_{o双}$	$A_{c1}$	$A_{c2}$	$A_{c双}$	CMRR
+0.1V	2.58	10.9	7.5	37.61	37.7	75.31	6.353	6.397	0.04	0	0	0	75.31
-0.1V	9	16	7	61	7	31	6.357	6.395	0.04	0	0	0	75.31

4. 在实验板上组成单端输入的差放电路进行下列实验。

(1) 在图 1 中将  $b_2$  接地，组成单端输入差动放大器，从  $b_1$  端输入直流信号  $U=\pm 0.1V$ ，测量单端及双端输出，填表 5.3 记录电压值。计算单端输入时的单端及双端输出的电压放大倍数。并与双端输入时的单端及双端差模电压放大倍数进行比较。

表 5.3

输入信号  测量仪计算值	电压值			单端放大		放大倍数 $A_U$
	$U_{C1}$	$U_{C2}$	$U_o$	$A_{V1}$	$A_{V2}$	
直流+0.1V	4.42	8.32	3.89	19.3	18.4	38.9
直流-0.1V	8.287	4.463	-3.825	19.37	19.27	38.25
正弦信号 (50mV、	7.03	5.67	1.36	13.6	13.6	27.2

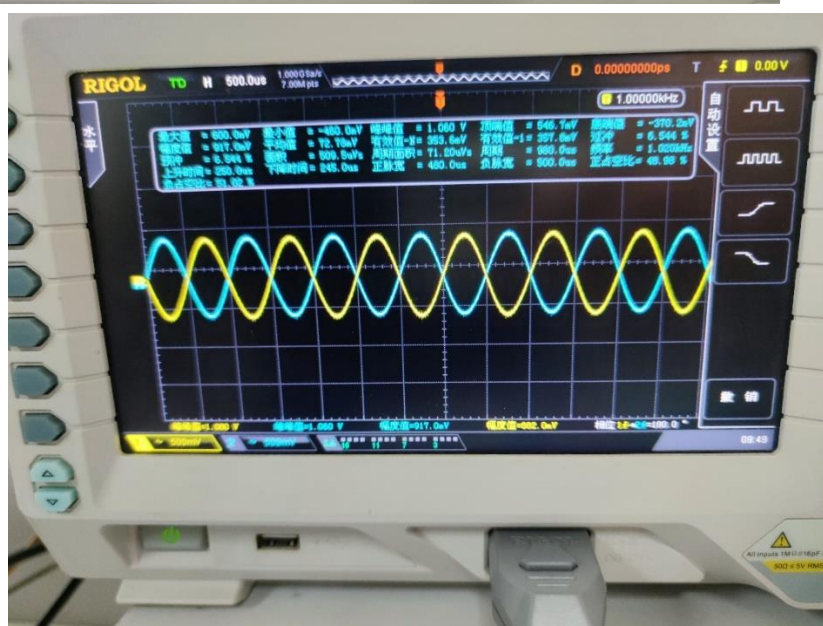
1kHz)						
三角波 (50mV、1kHz)	6.91	5.79	1.12	11.2	11.2	22.4
方波 (50mV、1kHz)	6.447	6.253	0.194	1.934	1.934	3.868

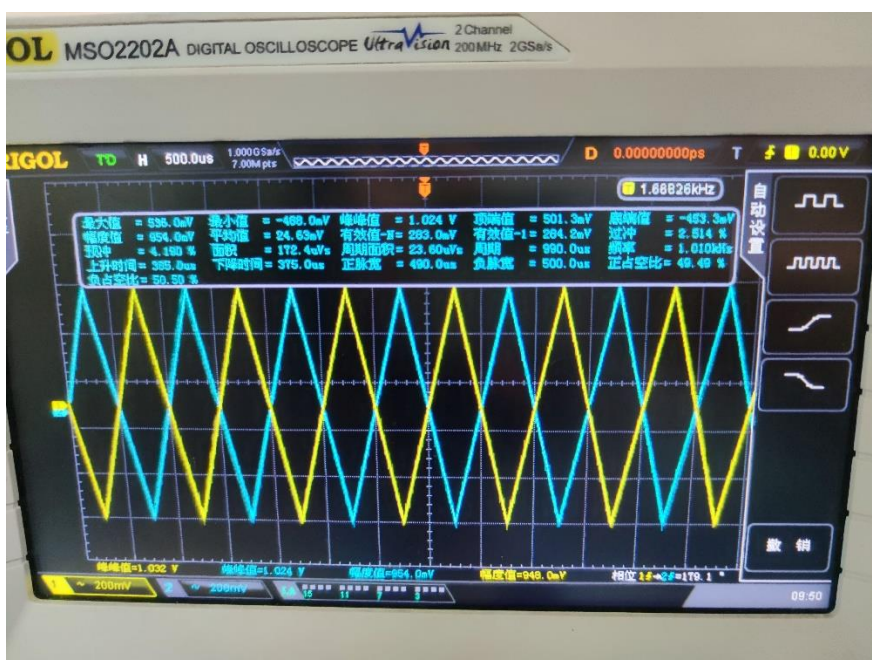
(2) 从  $b_1$  端加入正弦交流信号  $U_i=50\text{mV}$ ,  $f=1\text{kHz}$ , 分别测量、记录单端及双端输出波形, 注意输出波形和输入的相位关系, 填入表 5.3 计算单端及双端的差模放大倍数。再分别加入三角波和方波, 幅值频率同上, 重复以上步骤。

(注意: 输入交流信号时, 用示波器监视  $U_{c1}$ 、 $U_{c2}$  波形, 若有失真现象时, 可减小输入电压值, 使  $U_{c1}$ 、 $U_{c2}$  都不失真为止)

(3) 测量输入输出电阻, 根据实验 1 的步骤 4, 分别测量两端的输入和输出电阻, 步骤自拟。

实验波形:





## 五、实验数据分析与总结

1. 根据实测数据计算图 5.1 电路的静态工作点，与预习计算结果相比较。

实测静态工作点：

$$U_{B3} = -7.88V, U_{E3} = -8.5V, U_{B1} = 0V = U_{B2}, U_{E1} = U_{E2} = -0.6V$$

$$U_{C3} = -0.74V, I_{B3} = 1.37A$$

与预习计算数据基本一致

2. 整理实验数据，计算各种接法的  $A_d$ ，并与理论计算值相比较。

计算后数据见表 5.2，计算出差模输入的差模放大倍数为 75.31，较预习时计算值偏大，而单端输入时放大倍数约为 38.7，比较接近理论数据。

3. 计算实验步骤 3 中 AC 和 CMRR 值。

计算数据见表 5.2。

4. 总结差放电路的性能和特点。

差分放大电路利用电路参数的对称性和负反馈作用，有效地稳定静态工作点，以放大差模信号抑制共模信号为显著特征。

差分放大电路不仅能有效地放大交流信号，而且能有效地减小由于电源波动和晶体管随温度变化而引起的零点漂移。

差分放大电路具有较高的输入阻抗、较低的输出阻抗和较高的共模抑制比，适合作为多级放大器的前置级或测量电路的输入级。