



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: 实验四: 带负反馈的两极交流电压放

大电路 专业-班级: 自动化11班 学号: 190410102 姓名: 万尧

实验日期: 2021 年 4 月 20 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 4-2 静态工作点电压测试

测量项目	V_{B1}	V_{E1}	V_{C1}	V_{B2}	V_{E2}	V_{C2}
测量数据		4.690	6.757	4.400	3.7596	7.413

表 4-3 有无反馈的放大电路的测试表格

测量电路	测量项目				计算项目			
基本放大电路(无反馈)	U_i	U_o (不接 R_L)	U'_o (接 R_L)	U_s (接 R_s)	A_u (不接 R_L)	A'_u (接 R_L)	r_i	r_o
	15mV $f=1\text{kHz}$	1.8676	1.5967	17.6mV 12.100mV 18.6mV 16.2mV	124.51	106.45	1958 Ω	339 Ω
反馈放大电路(AB 连接)	U_i	U_{of} (不接 R_L)	U'_{of} (接 R_L)	U_{sf} (接 R_s)	A_{uf} (不接 R_L)	A'_{uf} (接 R_L)	r_{if}	r_{of}
	15mV $f=1\text{kHz}$	0.3179	0.3106	17.6mV 13.200mV 16.9mV	21.20	20.71	3710 Ω	47 Ω

表 4-4 有无反馈的放大电路的通频带性能测试表格

测量电路	测量项目			计算项目
基本放大电路 (无反馈)	U_i (参考值, 以实测为准) 有效值, 频率	U_i (实际) 有效值, 频率	U_o (不接 R_L)	A_u (不接 R_L)
	15mV $f_1=300\text{Hz}$ 2.477	14.817mV 300Hz	0.8248V	55.67
	15mV $f_L=460\text{Hz}$ 2.721	14.753 526Hz	1.3847V	93.86
	15mV $f_2=2\text{kHz}$ 3.322	14.300mV 2.1kHz	1.9585V	136.96
	15mV $f_H=8\text{kHz}$ 2.914	14.228mV 8.2kHz	1.3807V	97.04
	15mV $f_3=15\text{kHz}$ 4.176	14.363mV 15kHz	0.9570V	66.63
反馈放大电路 (AB 连接)	U_i (参考值, 以实测为准)	U_i (实际)	U_{of} (不接 R_L)	A_{uf} (不接 R_L)
	15mV $f_1=200\text{Hz}$ 2.3	14.780mV 200Hz	115.27mV	7.80
	15mV $f_L=300\text{Hz}$ 2.436	14.694mV 273Hz	239.15mV	16.28
	15mV $f_2=2\text{kHz}$ 3.716	14.435mV 5.2kHz	339.77mV	23.54
	15mV $f_H=23\text{kHz}$ 4.699	13.504mV 50kHz	240.46mV	17.80
	15mV $f_3=40\text{kHz}$ 4.845	14.486mV 40kHz	0.25179V	13.91

14.167mV 70kHz. 197.01mV

一、实验目的

1. 加深反馈放大电路的工作原理, 及反馈对放大电路性能影响.
2. 掌握电压串联负反馈组成原理,
3. 学习反馈放大电路性能测试.

二、实验设备及元器件

直流稳压电源

手持万用表

信号发生器.

示波器

电阻
反馈放大电路模块

短桥和连接导线.

实验9孔万板.

三、实验原理（重点简述实验原理，画出原理图）

4.3.1 两级放大电路电压

总放大倍数 $A_u = A_{u1} \times A_{u2}$

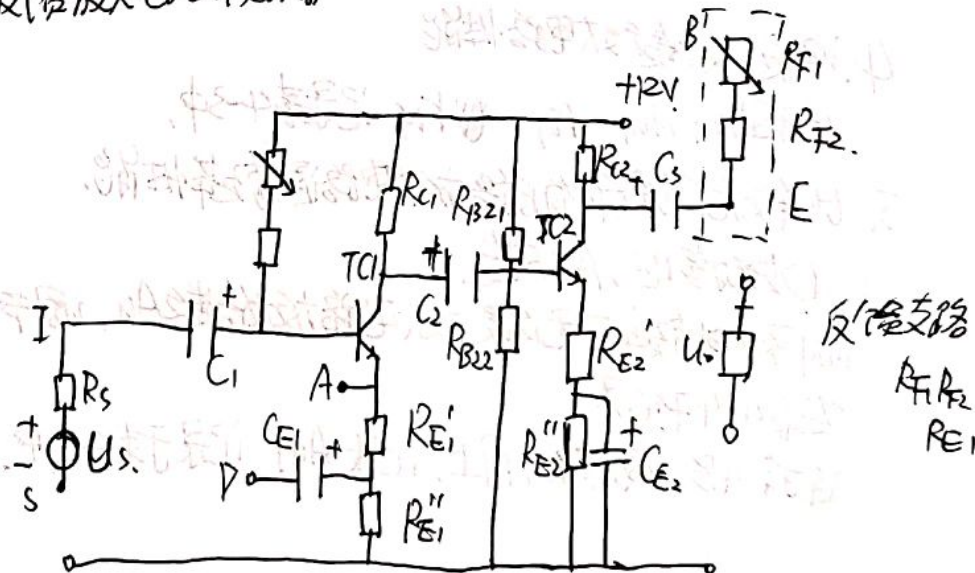
$$A_{u1} = -\beta_1 \parallel \frac{R_{c1} \parallel R_{i2}}{r_{be1}} \quad A_{u2} = \beta_2 \frac{R_{c2} \parallel R_L}{r_{be2}}$$

$$A_u = \beta_1 \frac{R_{c1} \parallel R_{i2}}{r_{be1}} \times \beta_2 \frac{R_{c2} \parallel R_L}{r_{be2}}$$

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-”）

按电路原理图选用ST002反馈放大电路模块.



4.3.2 带阻容耦合两级电压放大电路.

同样电压放大倍数 $A_u = A_{u1} \times A_{u2}$.

对负反馈对放大电路性能有五个方面.

①降低放大倍数 ②提高放大倍数稳定性, ③改善波形 ④展宽通频带 ⑤ R_i 影响

2. 调定静态工作点.

D端接地, $U_i = 15\text{mV}$, $f = 1\text{kHz}$. 调节 R_p 输出 U_o 最大不失真.

输入端 I 接地, 用万用表测下表 4-2 各直流电压.

3. 测性能 (D端接地, AB不接, 无反馈)

1) 测量 A_u .

2) 测量 r_o .

测得 U_o' 见表 4-3 $r_o = \frac{U_o - U_o'}{U_o'} R_L = \left(\frac{U_o}{U_o'} - 1 \right) R_L$

13) 观察负反馈对失真波形改善.

折下 R_L , AB不连接时, 令 U_i 增大, 当 AB 连接时, R_F 调到中间位置.

在同样 U_i 下, 波形则不失真

14) 测 r_i .

断开 AB, 接入 $R_s = 470\Omega$, 此时信号源电压 U_s , 见表 4-3, $r_i = \frac{U_i}{U_s - U_i} R_s$

4. 测负反馈对电路性能

同前测 A_{uf} r_{of} r_{if} 记录表 4-3 中.

5. 比较无反馈和有反馈放大电路通频带性能.

1) D端接地, AB不接.

测量不同频率下无反馈放大电路放大倍数 A_u , 调节频率, 确定特征频率点,

在表 4-4 中记录.

连接 AB, 有反馈, 同上, 记录 A_{uf} , 记录于表 4-4 中.

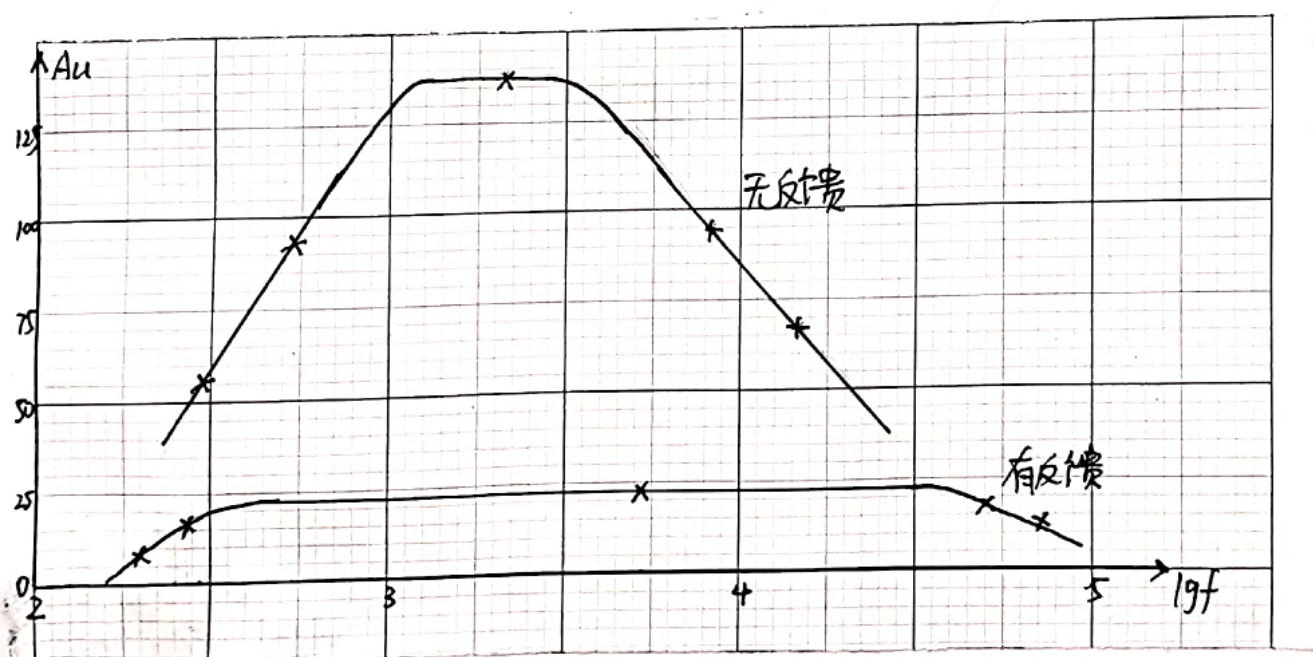
五、实验数据分析

（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）

表 4-3 有无反馈的放大电路的测试表格

测量电路	测量项目				计算项目			
	U_i	U_o (不接 R_L)	U'_o (接 R_L)	U_s (接 R_s)	A_u (不接 R_L)	A'_u (接 R_L)	r_i	r_o
基本放大电路(无反馈)	15mV $f=1\text{kHz}$	1.8676V	1.5967V	18.6mV	124.51	106.45	1988 Ω	339 Ω
反馈放大电路(AB 连接)	U_i	U_{of} (不接 R_L)	U'_{of} (接 R_L)	U_{sf} (接 R_s)	A_{uf} (不接 R_L)	A'_{uf} (接 R_L)	r_{if}	r_{of}
	15mV $f=1\text{kHz}$	0.3179V	0.3106V	16.9mV	21.20	20.71	3710 Ω	47 Ω

2、根据表 4-4 数据，画出无反馈和有反馈放大电路的幅频特性曲线（Y 轴放大倍数 A_u ，X 轴频率 f ）



六、问题思考

（回答指导书中的思考题）

1. 总结电压串联负反馈对放大电路性能的影响，包括输入电阻，输出电阻，放大倍数及波形失真的改善等

电压串联负反馈使输出阻抗变小，输入阻抗变大，故放大倍数减小，能有效改善波形失真。

2. 如果测量时发现放大倍数 A_u 远小于设计值，可能是什么原因造成的？

射极电容左端 D 未接地（未接入电路）

3. 测量放大电路输入电阻时，若串联电阻的阻值 R_s 比其输入电阻的值大很多或小很多，对测量结果有何影响？

会导致 U_s 接近 U_i ，导致测量仪器的误差或读数误差放大，从而使得测得 R_i 不准确。

七、实验体会与建议

1. 加深了对反馈电路工作原理及负反馈对放大电路性能影响。
2. 学习了反馈放大电路性能测试方法。