

姓名: 张俊 学号: 11200101 班级: 3 实验日期: 12-10

负反馈放大电路研究

1. 实验目的

- 掌握负反馈放大器性能指标的调节和测试方法;
- 加深负反馈对放大器放大特性影响的理解。

2. 实验原理

负反馈放大电路由主网络(即无反馈的放大器)和反馈网络组成。反馈网络的作用是把输出信号(电压或电流)的全部或部分反馈到信号的输入端。如果反馈信号削弱了原输入信号,则为负反馈。负反馈的引入影响了放大电路的性能,它降低了放大倍数,提高了放大电路的稳定性,改变了输入和输出阻抗,拓宽了通频带,改善了输出波形。

观察放大器输出回路,若反馈网络从输出端引出,反馈信号正比于输出电压,则为电压负反馈,它能降低输出电阻。若反馈网络不从输出端引出,反馈信号正比于输出电流,而与输出电压无关,则为电流负反馈,它提高了输出电阻。观察放大器输入回路,若反馈网络直接并联在输入端,则为并联负反馈(它能降低输入电阻)。否则,为串联负反馈(它能提高输入电阻)。负反馈分为电压串联反馈、电压并联反馈、电流串联反馈和电流并联反馈。

本实验研究电压串联负反馈,如图1所示,放大器由于引入了电压串联负反馈,故输入电阻增加,输出电阻减小。

图1中T1、T2组成两级电压放大器,并以RC方式耦合。在电路中通过 R_f 把输出电压 V_o 引回到输入端,加在晶体管T1的发射极上,在发射极电阻 R_{E1} 上形成反馈电压 V_f 。类似于晶体管放大电路,负反馈放大电路也是应用晶体管的电流放大作用来放大信号,由于两次反相,所以输出电压与输入电压同相, R_f 、 C_f 支路引入交流电压串联负反馈,用于改善放大器的性能。

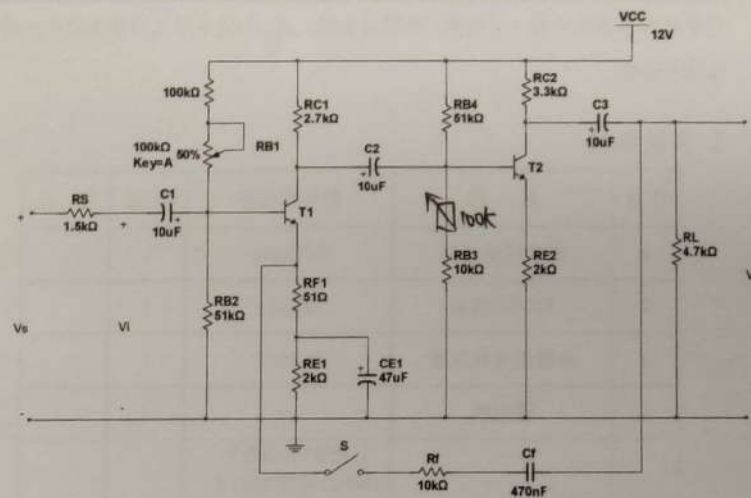


图1. 负反馈放大电路

主要性能指标

1) 闭环电压放大倍数

$$A_{vf} = \frac{A_v}{1 + A_v F_v}$$

式中 $A_v = V_o/V_i$ 为基本放大器(无反馈)的电压放大倍数,即开环电压放大倍数;

$1 + A_v F_v$ 为反馈深度,它的大小决定了负反馈对放大器性能改善的程度。

2) 反馈系数

$$F_v = \frac{R_{f1}}{R_{f1} + R_f}$$

3) 输入电阻

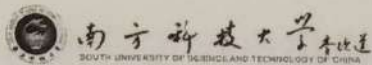
$$R_{if} = (1 + A_v F_v) R_i$$

式中 R_i 为基本放大器(无反馈)的输入电阻。

4) 输出电阻

$$R_{of} = \frac{R_o}{1 + A_{vo} F_v}$$

模拟电路实验报告



式中 R_o 为基本放大器（无反馈）的输出电阻； A_{i0} 为基本放大器输出空载时的电压放大倍数。

3. 实验器材

序号	名称	型号与规格	数量	备注
1	直流稳压电源	DP1308A	1	
2	数字万用表	DM3051	1	
3	函数信号发生器	DG1022	1	
4	面包板		1	
5	电阻、电容、三极管	三极管S9013两个， 100K Ω 可调电阻1个， 100K Ω 电阻1个， 51K Ω 电阻2个， 10k Ω 电阻2个， 4.7k Ω 电阻1个， 3.3k Ω 电阻1个， 2.7k Ω 电阻1个， 2k Ω 电阻2个， 1.5k Ω 电阻1个， 51 Ω 电阻1个， 47 μ F 电解电容1个， 10 μ F 电解电容3个， 470nF 独石电容1个	20	

4. 实验内容

1) 静态工作点的测量

按图1所示连接电路，开关S断开，使 $V_{CC} = 12V$ ， $V_i = 0$ （接地）。调节 R_{B1} 使 $V_{C1} = 9V$ 。用万用表直流电压档分别测出三极管 T1 和 T2 三个管脚对地的电压 V_{B1} 、 V_{C1} 、 V_{E1} 和 V_{B2} 、 V_{C2} 、 V_{E2} ，并计入表1中。

模拟电路实验报告

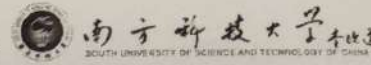


表1. 静态工作点的调整与测量

	V_B / V	V_C / V	V_E / V
三极管 T1	2.92	2.01	2.256
三极管 T2	2.421	2.017	1.805

2) 负反馈对电压放大倍数的影响

在输入端加入 $f = 1kHz$ ， $V_i = 50mV$ （峰-峰值为100毫伏）的正弦信号，断开开关S，成为无反馈的基本放大器，用示波器观察输出电压信号，在保证输出信号不失真的条件下，用万用表交流电压档测出输出信号的有效值，计算电压放大倍数（注意需要将输入的峰-峰值换算成有效值）。然后闭合开关S，得到电压串联负反馈放大电路，在输入信号不变、输出信号不失真的情况下，用万用表交流电压档测出输出信号的有效值，并计算此时的电压放大倍数。将结果填入表2中。

表2. 负反馈对电压放大倍数的影响

	V_{ip-p} / mV	V_o / mV	A_v
无反馈	100	872.3	24.82
有反馈	100	656.7	18.57

3) 负反馈对电路输入电阻的影响

在输入端串联 $R_s = 1.5k\Omega$ 的电阻，断开开关S，成为无反馈的基本放大器，加大输入信号 V_s 使 V_o 等于未加入 R_s 时的值（表2中第一行的值），用万用表交流电压档测出此时输入端的信号 V_s 、 V_i 的值，计算输入电阻 R_i 。然后闭合开关S，得到电压串联负反馈放大电路，加大输入信号 V_s 使 V_o 等于未加入 R_s 时的值（表2中第二行的值），用万用表交流电压档测出此时输入端的信号 V_s 、 V_i 的值，计算输入电阻 R_i 。将结果填入表3中。（提示： $R_i = \frac{V_i}{V_s - V_i} R_s$ ）



表 3. 负反馈对输入电阻的影响

	V_s / mV	V_i / mV	$R_i / k\Omega$
无反馈	38.01	34.56	15.071
有反馈	38.23	35.05	16.254

4) 负反馈对电路输出电阻的影响

在输入端加入 $f = 1kHz$, $V_i = 50mV$ (峰-峰值为 100 毫伏) 的正弦信号, 断开负载 R_L 的连接。

断开开关 S, 成为无反馈的基本放大器, 用万用表交流电压档测出输出信号的有效值 V_{oc} , 再在输出端恢复负载 $R_L = 4.7k\Omega$ 的连接, 测出此时输出电压有效值 V_{ol} , 并计算输出电阻 R_o 。

闭合开关 S, 得到电压串联负反馈放大电路, 用万用表交流电压档测出输出信号的有效值 V_{oc} , 再在输出端恢复负载 $R_L = 4.7k\Omega$ 的连接, 测出输出电压有效值 V_{ol} , 并计算此时输出电阻 R_o 。将结果填入表 4 中。(提示: $R_o = \frac{V_{oc} - V_{ol}}{V_{ol}} R_L$)

表 4. 负反馈对输出电阻的影响

	V_{oc} / mV	V_{ol} / mV	$R_o / k\Omega$
无反馈	1502	805	4.041
有反馈	116.7	115.8	2.231

5) 负反馈对输出波形失真的影响

断开开关 S, 成为无反馈的基本放大器, 增大输入信号的幅度并调节静态工作点, 直至输出波形同时产生饱和失真和截止失真, 用示波器观测最大的输出电压峰-峰值 $V_{Op-p\max} = 3.42V$

闭合开关 S, 得到电压串联负反馈放大电路, 同样增大输入信号的幅度并调节静态工作点, 直至输出波形同时产生饱和失真和截止失真, 用示波器观测最大的输出电压峰-峰值 $V_{Op-p\max} = 2.84V$