

电流串联负反馈放大器的插接与测试

1 实验目的

- (1) 学会测量放大器输入输出阻抗的方法；
- (2) 了解电流串联负反馈对放大器性能的影响。

2 实验器材

直流稳压电源、示波器、信号发生器、万用表、面包板、电阻，电容，导线。

3 实验原理

在放大电路中，将输出信号通过取样，再送到输入端，并参与对放大的控制过程叫作反馈，反馈的结果使系统的增益降低的称为负反馈。如图 1 所示：

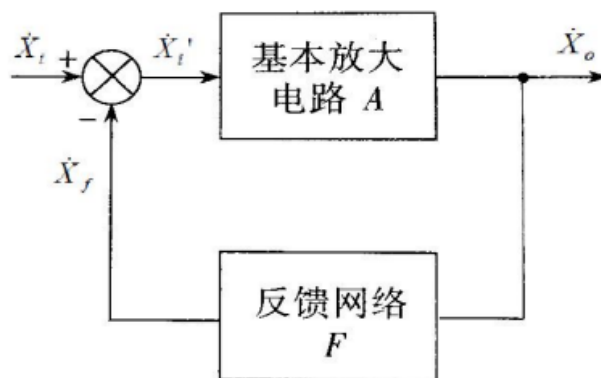


图 1: 反馈网络结构图

其中， A 代表基本放大电路， F 代表反馈网络， X_i 为输入信号， X_f 为反馈信号， X_o 为输出信号， X_i' 为输入信号与反馈信号的差值。各变量之间的关系如下： $\dot{A} = \frac{\dot{X}_o}{\dot{X}_i'}$, $\dot{F} = \frac{\dot{X}_f}{\dot{X}_o}$, $\dot{X}_i' = \dot{X}_i - \dot{X}_f$

由上式可得反馈电路闭环放大倍数 $\dot{A}_f = \frac{\dot{A}}{1 + \dot{A}\dot{F}}$

本次实验实验电路如图二：

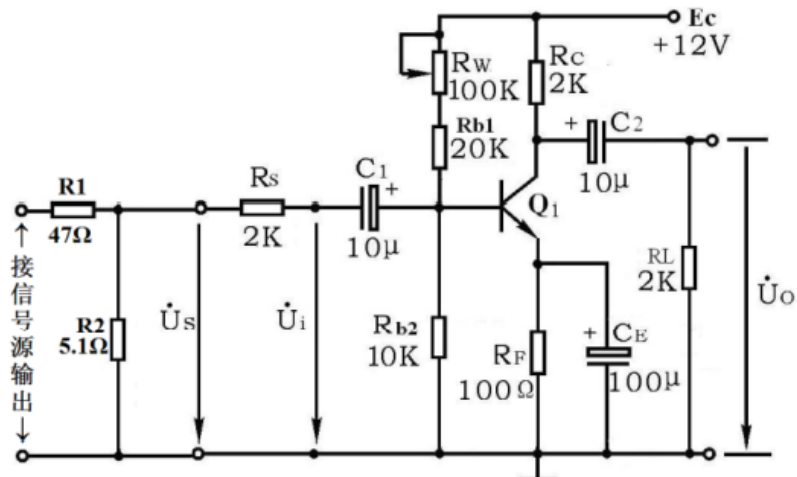


图 2: 实验电路图

按照微变等效电路法计算可得:

无反馈时放大倍数, 输入阻抗和输出阻抗计算公式如下: $A = \frac{-\beta R'_L}{r_{be}}$, $R_i = r_{be} \parallel (R_{b1} + R_W) \parallel R_{b2}$, $R_o = R_C \parallel r_{ce}$, $R'_L = R_C \parallel R_L$

有反馈时放大倍数, 输入阻抗和输出阻抗计算公式如下: $A = \frac{-\beta R'_L}{r_{be} + (1 + \beta) R_f}$, $R_{if} = [r_{be} + (1 + \beta) R_f] \parallel (R_{b1} + R_W) \parallel R_{b2}$, $R_{of} = R_C \parallel (r_{ce} + R'_e + \frac{\beta r_{ce}}{r_{be}} R'_e)$, $R'_e = R_f \parallel r_{be}$

其中 r_{ce} 为 CE 间内阻, 一般很大, 即有 $r_{of} \approx R_c$ 。

由上面公式可看出负反馈使电路的放大倍数下降, 电流串联负反馈增大了输入电阻和输出电阻, 从而改善了电路的性能。

4 实验内容

1. 按照上图所示实验电路图插接面包板, 2. 调整电路的静态工作点,
3. 测量无反馈时的 A_o, R_i, R_o , 4. 测量有反馈时的 A_f, R_{if}, R_{of}

4.1 无反馈电路参数测量

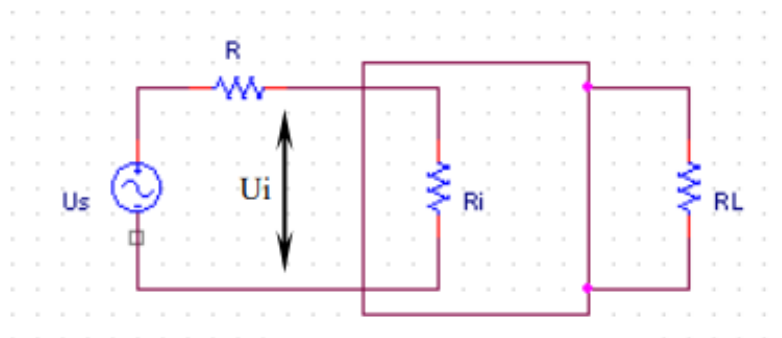


图 3: 无反馈等效电路图

实验中记录 $u_i = 34.0mV, u_o = 3.12V, u_s = 70.0mV, u_{o\infty} = 6.00V, R = 1.963k\Omega, R_l = 1.965k\Omega$

因此计算可得: $A_o = \frac{u_o}{u_i} = 91.8, R_i = \frac{Ru_i}{u_s - u_i} = 1.851k\Omega, R_o = R_l(\frac{u_{o\infty} - u_o}{u_o}) = 1.813k\Omega$

因此实验值与理论值 (由实验原理部分计算可得) 比较见下表:

表 1: 无反馈系统参数实验值与理论值比较表

	A_o	$R_i/k\Omega$	$R_o/k\Omega$
实验值	91.8	1.851	1.813
理论值	88.9	1.827	1.875

4.2 有反馈电路参数测量

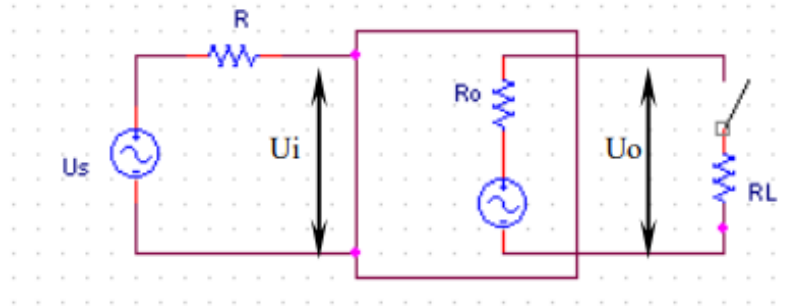


图 4: 有反馈等效电路图

实验中记录 $u_i = 47.2mV, u_o = 448mV, u_s = 61.2mV, u_{o\infty} = 888mV, R = 1.963k\Omega, R_l = 1.965k\Omega$

因此计算可得: $A_F = \frac{u_o}{u_i} = 9.49, R_{iF} = \frac{Ru_i}{u_s - u_i} = 6.623k\Omega, R_{oF} = R_l(\frac{u_{o\infty} - u_o}{u_o}) = 1.929k\Omega$

因此实验值与理论值 (由实验原理部分计算可得) 比较见下表:

表 2: 有反馈系统参数实验值与理论值比较表

	A_F	$R_{iF}/k\Omega$	R_{oF}/Ω
实验值	9.49	6.623	1.929
理论值	9.95	6.543	1.987

由以上数据可见负反馈使电路的放大倍数下降, 电流串联负反馈增大了输入电阻和输出电阻, 从而改善了电路的性能。

5 思考题

电流串联负反馈使输出阻抗增大，怎样解释本次实验中 r_o 与 r_{of} 几乎平等的现象？

答：这是因为 r_{ce} 为管子 CE 间的内阻，一般阻值会很大，即满足关系 $r_{ce} + R'_e + \frac{\beta r_{ce}}{r_{be}} R'_e$ 足够大，因此 $r_{of} \approx R_C$ ，同理 $r_o \approx R_C$ ，所以在本次实验中 $r_o \approx r_{of}$ 。

A 原始数据整理

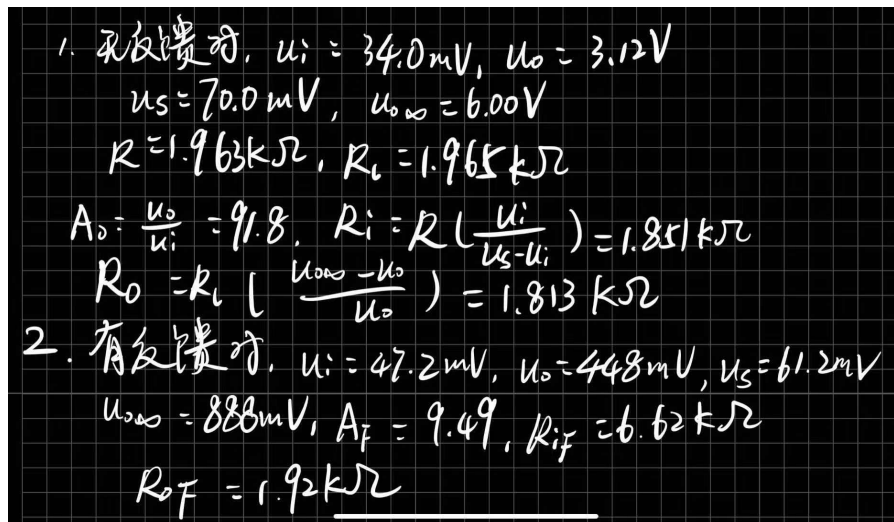


图 5: 原始数据截图