

实验二 负反馈放大电路仿真及实验

2022 年春季学期 工物系

负反馈放大电路实验包括仿真实验和硬件实验两部分。仿真实验由同学们课下自行完成，**第 9 周实验**时间到实验室进行仿真检查，并对部分同学进行抽查提问。如有问题，可以答疑。仿真检查通过以后，可以开展硬件实验，**第 10 周实验**时间到实验室进行硬件实验验收。

一、实验目的

1. 掌握集成运算放大器的正确使用方法；
2. 熟悉由集成运放组成的负反馈放大电路的特性；
3. 进一步掌握电路特性参数的测试方法，学习频率响应特性的测试方法；
4. 进一步熟悉基于 Multisim 的电路设计和测量方法。

二、预习要求

请仔细阅读网络学堂中的 ppt 和本文档，温习实验一“单管放大电路仿真及实验”中的测量方法。按以下要求完成预习。

1. 请在第 9 周实验课前完成理论估算和电路仿真，并写出完整的仿真报告。仿真报告内容应包含实验电路及理论估算（其中幅频特性不必估算）、仿真电路及仿真波形，**并将所有理论估算和仿真数据列成表格，以便于检查**。第 9 周实验时将检查所有同学的理论估算和仿真数据，并对部分同学进行抽查提问。

2. 请在第 10 周实验课前熟悉硬件实验内容，拟定测试方法、步骤和数据表格，写出预习报告。预习报告应包含实验电路、对“思考”中问题的预先思考、拟定的实验步骤和原始数据记录表格。第 10 周实验时将检查所有同学的预习报告。

三、实验电路及测试内容

集成电路（IC）是以半导体单晶硅为芯片，将晶体管、二极管、电阻和电容等元件及它们之间的连线集成在一起的器件。集成运放是由多级直接耦合放大电路组成的高增益模拟集成电路。

本实验中以集成运放作为基本器件，外加反馈网络构成负反馈放大电路。所采用的集成运放型号为 741，其引脚分布如图 1 所示（ $\pm 15\text{V}$ 供电）：

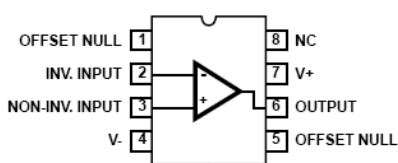


图 1 741 引脚分布图

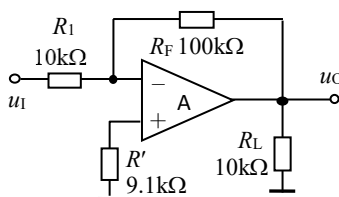


图 2 电压并联负反馈放大电路

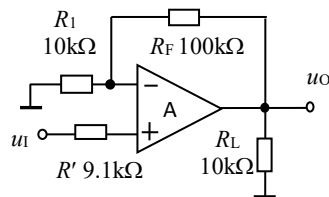


图 3 电压串联负反馈放大电路

实验内容如下：

1. 电压并联负反馈放大电路

实验电路如图 2 所示。

(1) 测量电路的直流传输特性

输入信号为频率不大于 20Hz、峰-峰值为 2V、正负半波对称的三角波。利用示波器观测输入和输出信号并截图保存。将示波器调整为 X-Y 显示方式，观测电压传输特性并保存。从这两个曲线测量电路的正、反向最大输出电压，电路工作在线性区时的输入电压范围及电压放大倍数。

思考：输入信号的频率为什么要选这么低，高了会怎么样？这里测得的电压放大倍数是直

流放大倍数还是交流放大倍数？

(2) 测量电路的交流特性。

首先，对电路进行改造，使得交流放大倍数约为-20，其中可以选用一只 $100\text{k}\Omega$ 的电阻。然后，输入频率为 1kHz 、峰-峰值为 200mV 的正弦波，测量改造后电路的电压增益 A_u 、输入电阻 R_i 、输出电阻 R_o 和 A_u 的幅频特性（只需测得下限截止频率 f_L 和上限截止频率 f_H ）。

注意：在测量的过程中，当输入信号的频率减小时， 200mV 的峰-峰值会有所减小。

思考：电路的输出电阻很小，测量时输出端能接太小的电阻吗？

2. 电压串联负反馈放大电路

首先，对图 3 所示的实验电路进行改造，使得交流放大倍数约为 21，其中可以选用一只 $100\text{k}\Omega$ 的电阻。然后，测量电路的直流传输特性和交流特性，测试内容同 1 中的电压并联负反馈放大电路，请自行选取合适的输入信号。

思考：电压串联负反馈放大电路的输入电阻很大，用实验一中的测量方法可行吗？

四、仿真实验内容

利用 Multisim 对上述负反馈放大电路进行仿真，完成“三、实验电路及测试内容”中的**全部测试内容**。其中集成运放选用实际元件，型号为 LM741CN，其它元件都选用虚拟元件。

五、硬件实验内容

1. 必做：“三、实验电路及测试内容”中的实验内容 1。
2. 选做：“三、实验电路及测试内容”中的实验内容 2，可以选做全部或部分。

六、硬件实验注意事项

1. 检查电路接线，准确无误后，再将口袋仪器和 PCB 进行插接。
2. 电路的安装在“负反馈放大电路”接线区进行。注意运放缺口朝左放置，运放插座已经正确接至 $\pm 15\text{V}$ 电源，不必再用导线连接。
3. 从插座上取下 IC 时，注意不要使用蛮力。可以用小改锥分别在两侧轻轻撬一下，然后再将 IC 取出。
4. 由于集成运放的输出电阻很小，使用时勿将输出端接地，负载电阻也不可过小。

七、实验报告要求

请于第 10 周实验结束后，在网络学堂提交电子版实验总结报告。也就是说，第 9 周和第 10 周的实验，只需提交一份实验报告。实验总结报告内容应包括（但不限于）：

- 1、实验电路及理论估算；
- 2、仿真电路、仿真波形及仿真结果；
- 3、硬件实验内容、测试方法和步骤、实验数据记录及相应分析；
- 4、对思考内容的解答；
- 5、实验中遇到的问题及解决方法（出现的故障、原因查找、解决方法等。此部分为实验总结报告评分的重要内容，请务必出具。如果实验一马平川，确实没有碰到问题，也请专门说明。）；
- 6、实验体会（如有）。