

实验八

波形产生电路

2022/11/12



实验说明和实验目的

这个实验按照教学计划，是适当超前理论课进行的，希望通过实验为理论的学习做感性认识铺垫。

实验目的：

- (1) 进一步熟悉集成运算放大器（以下简称运放）的正确使用方法。
- (2) 通过实验掌握由运放构成的正弦波振荡电路的原理与设计方法。
- (3) 通过实验掌握由运放构成的方波和三角波振荡电路的原理与设计方法。



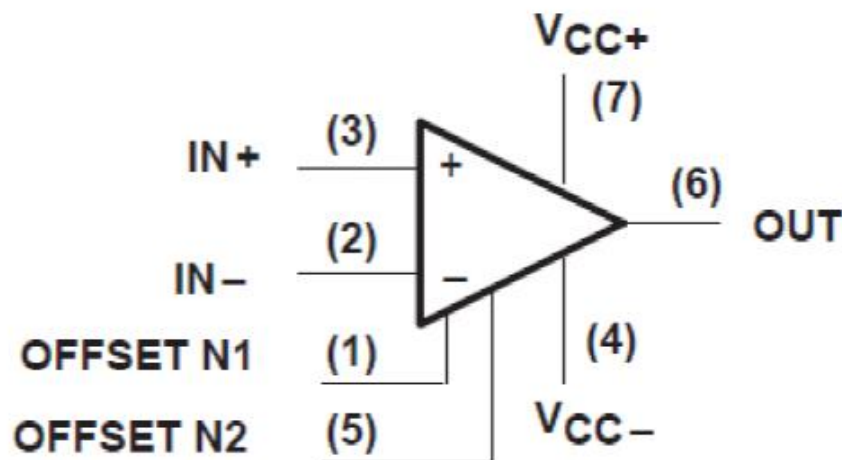
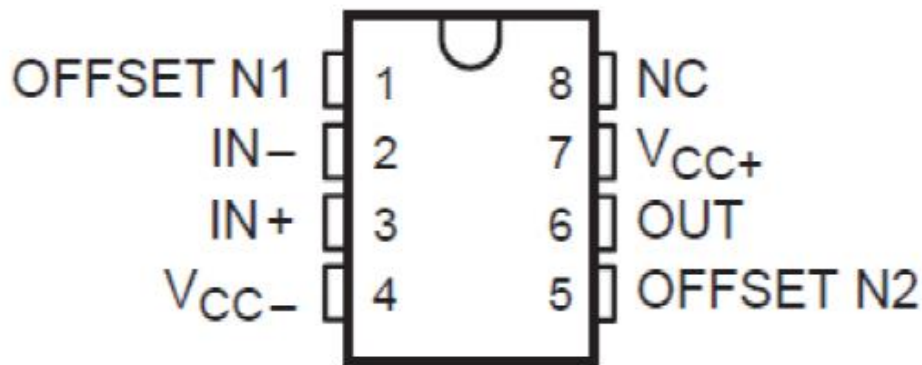
实验原理概要

uA741运放的详细资料见
实验教材电子版第228页

1、本实验uA741的电源电压为
 $\pm 10V \sim \pm 12V$ 。

2、实验平台上有“741测试电路”：
将uA741插入芯片底座，上电后增益
和失调指示灯均亮绿灯，则基本可认
定此芯片工作正常。反之为异常。

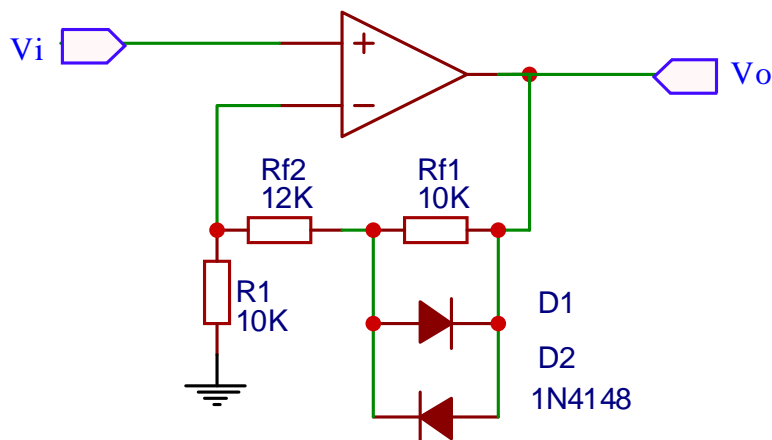
3、也可以使用LF347、LM324运放，
这种芯片内部有四个独立的运算放大
器，管脚说明请见实验教材232-234
页





实验原理概要

实验回顾：反馈电路带有二极管的同相比例放大器



在同相比例放大器的反馈电阻网络中加入二极管，可以构成增益随输入信号幅度而变的非线性放大器。当输入信号较小时，二极管D1、D2不导通，电路的增益为

$$A_{vf} = \frac{1}{F} = 1 + \frac{R_{F1} + R_{F2}}{R_1}$$

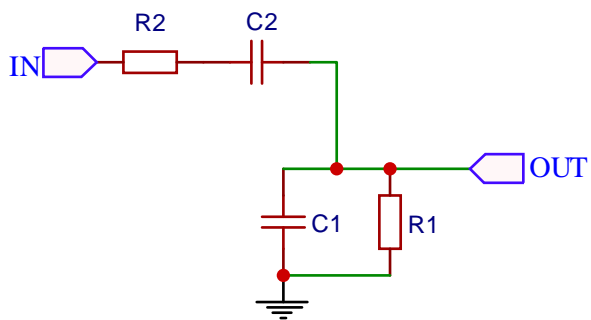
对应图中电路参数，其增益为3.2

当输入信号增大时，输出信号增大，反馈网络电阻RF1上的电压超过并联的二极管D1和D2的导通电压时，二极管导通，使得电阻RF1和二极管并联的等效电阻的阻值下降，电路的增益降低。



实验原理概要

实验回顾：二阶RC带通滤波器



一般令 $R_1 = R_2 = R$
 $C_1 = C_2 = C$ ，记 $\omega_0 = \frac{1}{RC}$

在 ω_0 处，增益为 $1/3$ ，相移为 0°

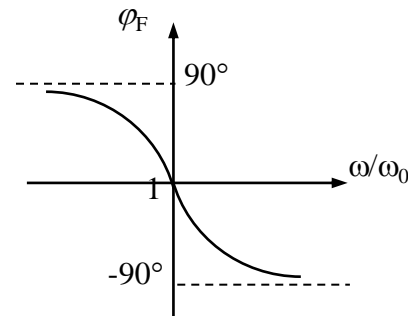
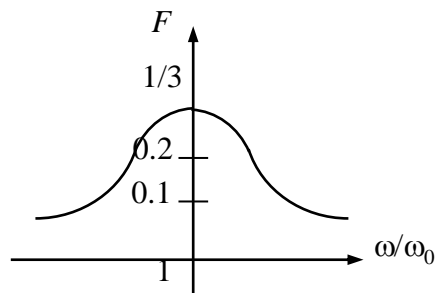


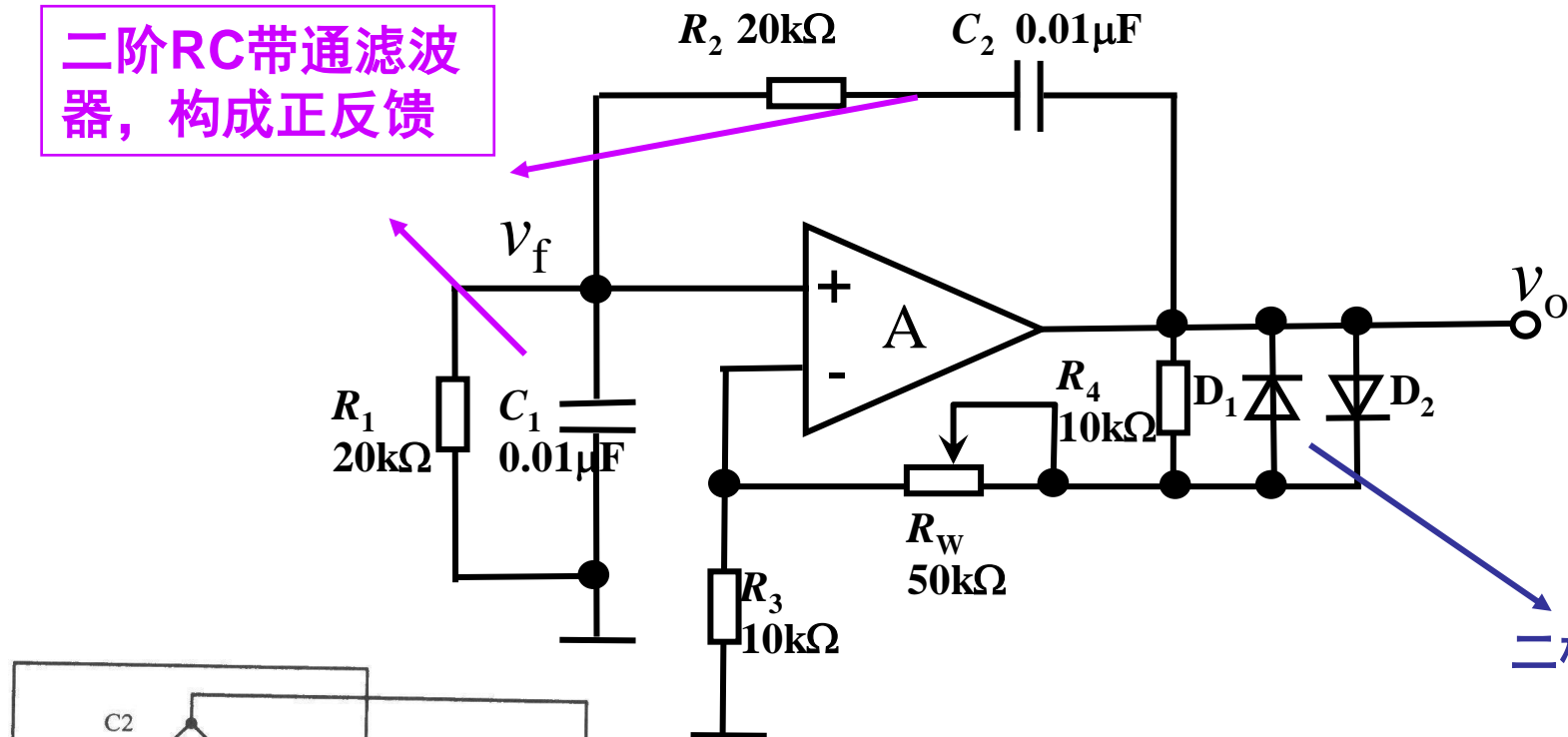
图5.45 RC串并联选频网络的频率特性



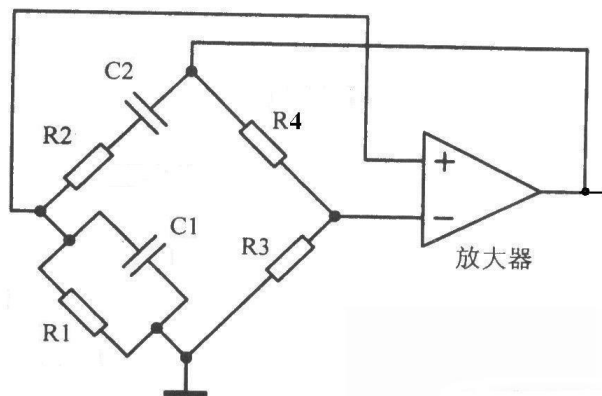
实验原理概要

RC桥式正弦振荡电路 (由Max Wien 发明, 故又称文氏电桥振荡电路)

二阶RC带通滤波器, 构成正反馈



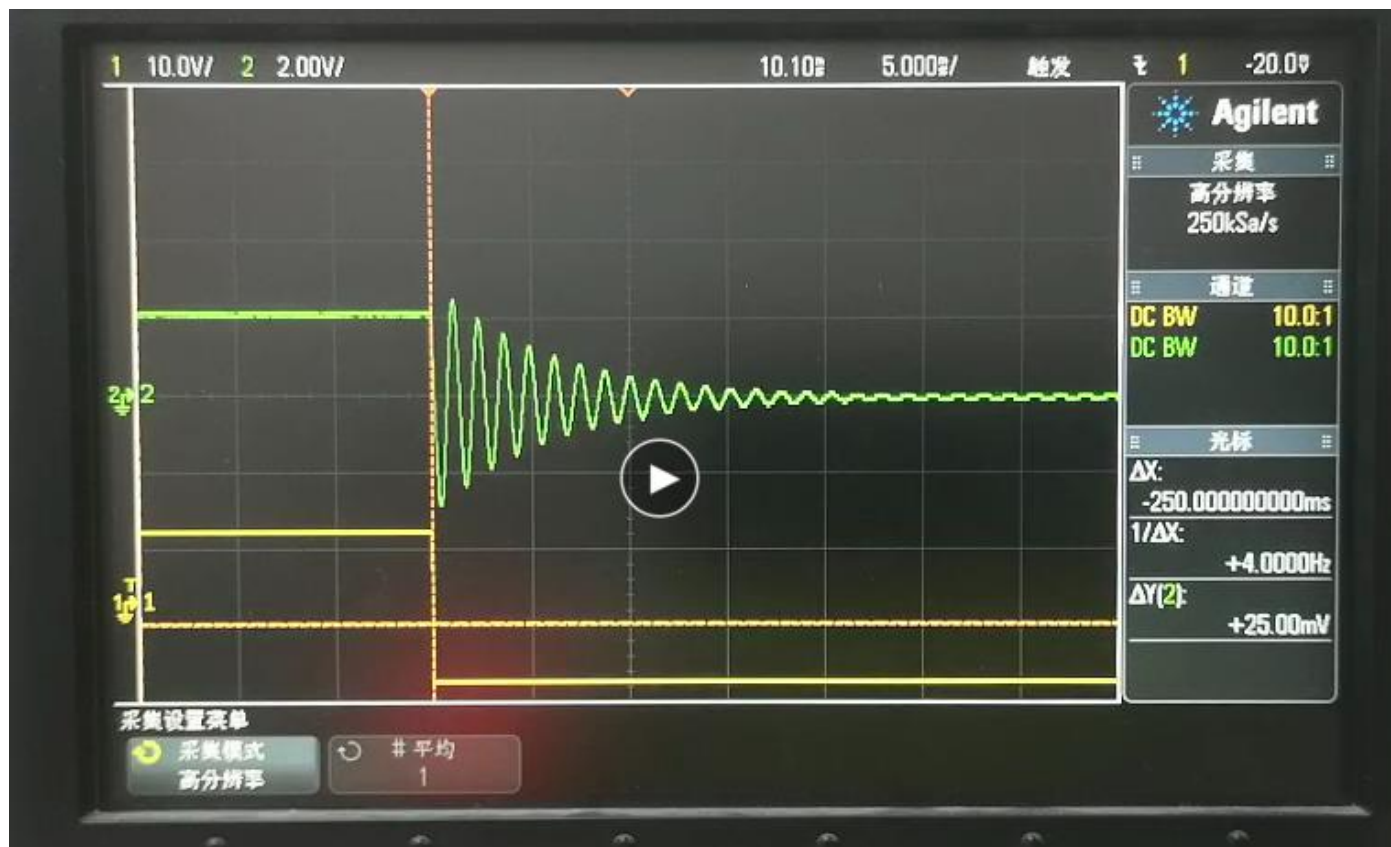
二极管1N4148





实验原理概要

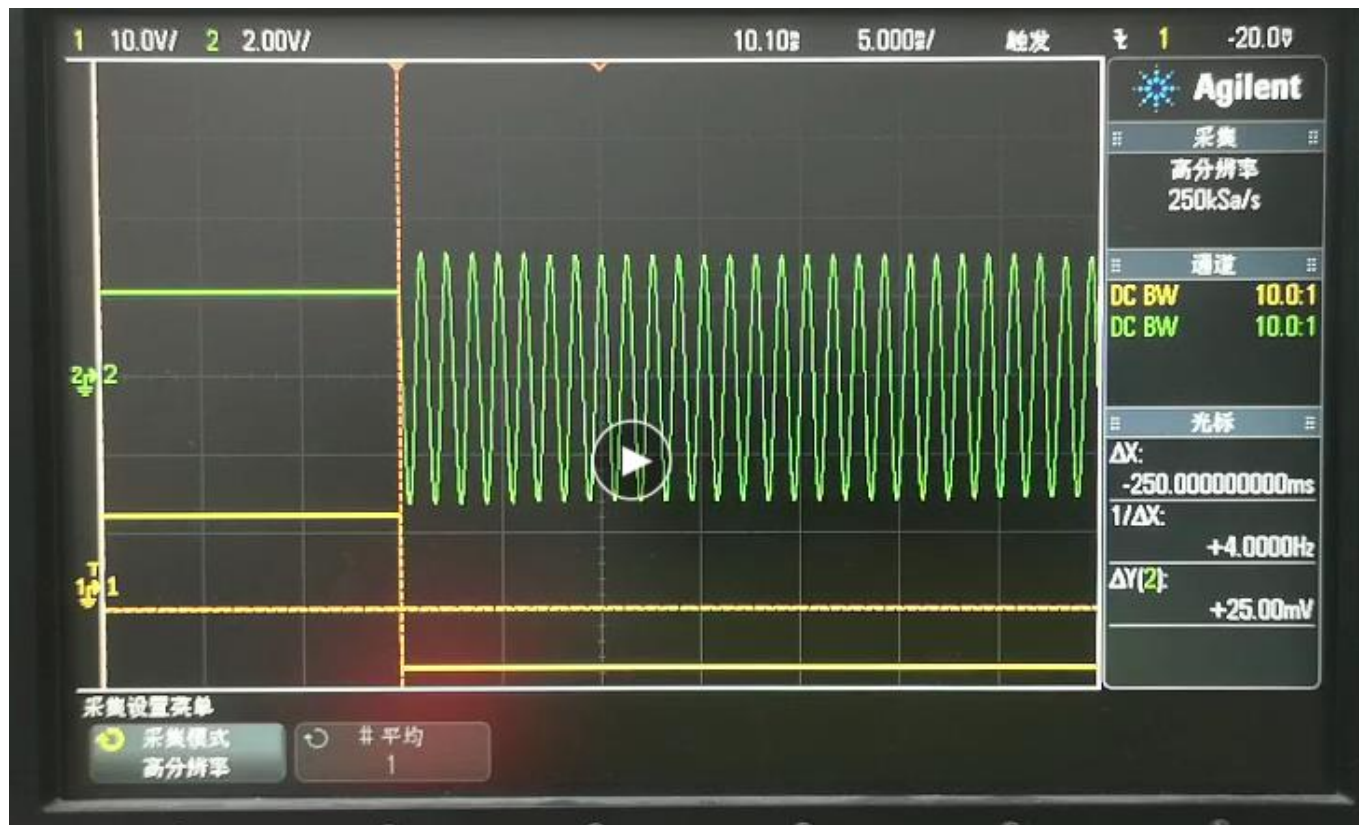
电容C1上有初始电压，当 $A < 3$ 时电路振荡的波形





实验原理概要

电容C1上有初始电压，当A=3时电路振荡的波形





实验原理概要

电容C1上有初始电压，当 $A > 3$ 时电路振荡的波形





实验原理概要

RC桥式正弦振荡电路上电起振到振荡稳定的过程

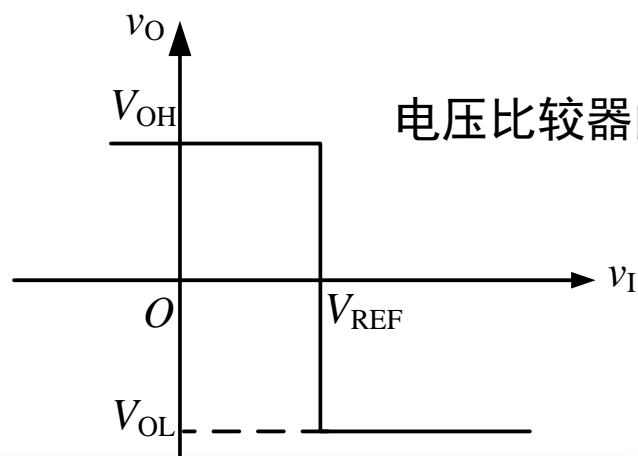
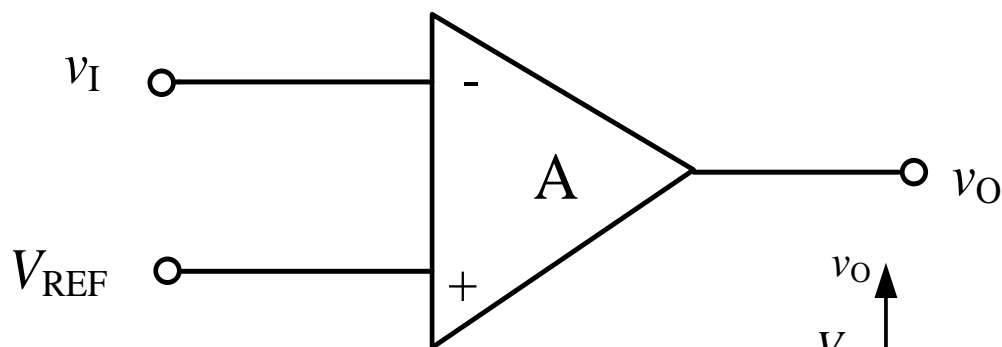




实验原理概要

实验回顾：电压比较器

运算放大器开环应用，构成电压比较器



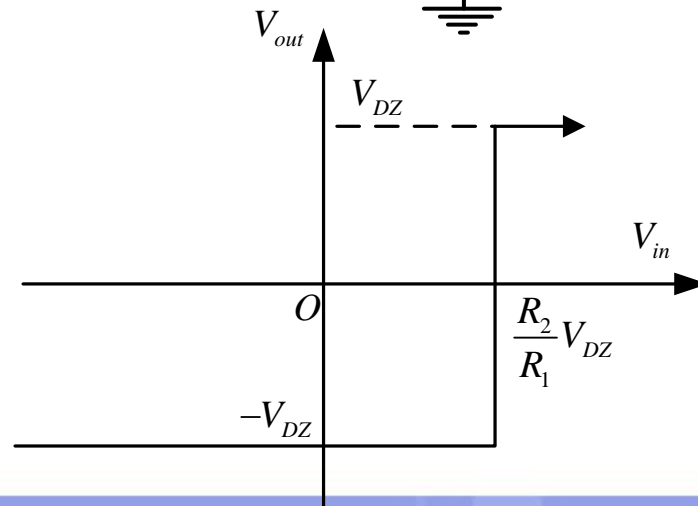
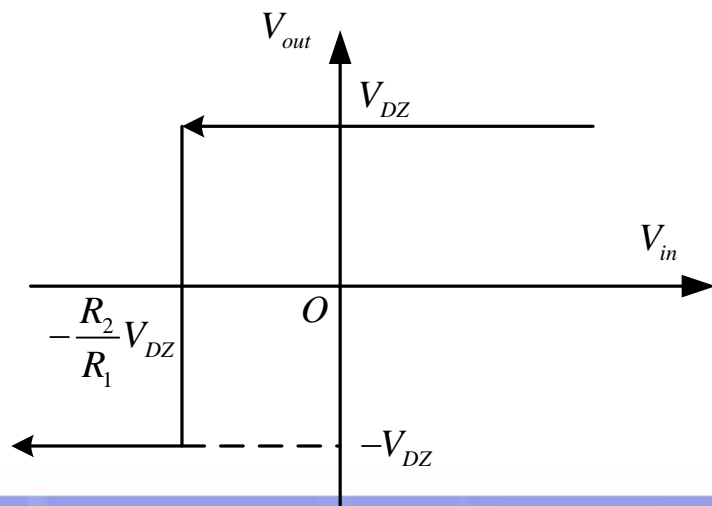
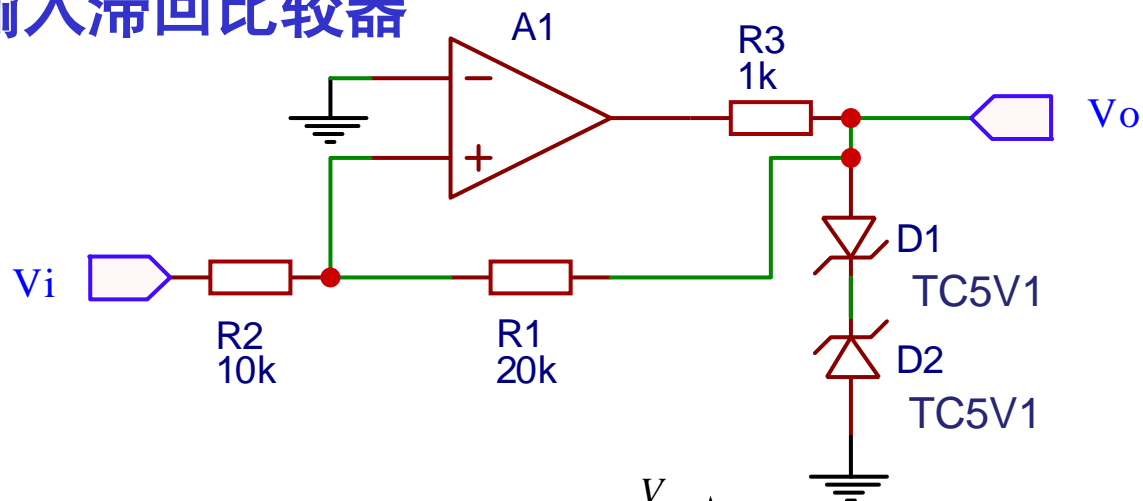
电压比较器的电压传输特性



实验原理概要

实验回顾：同相输入滞回比较器

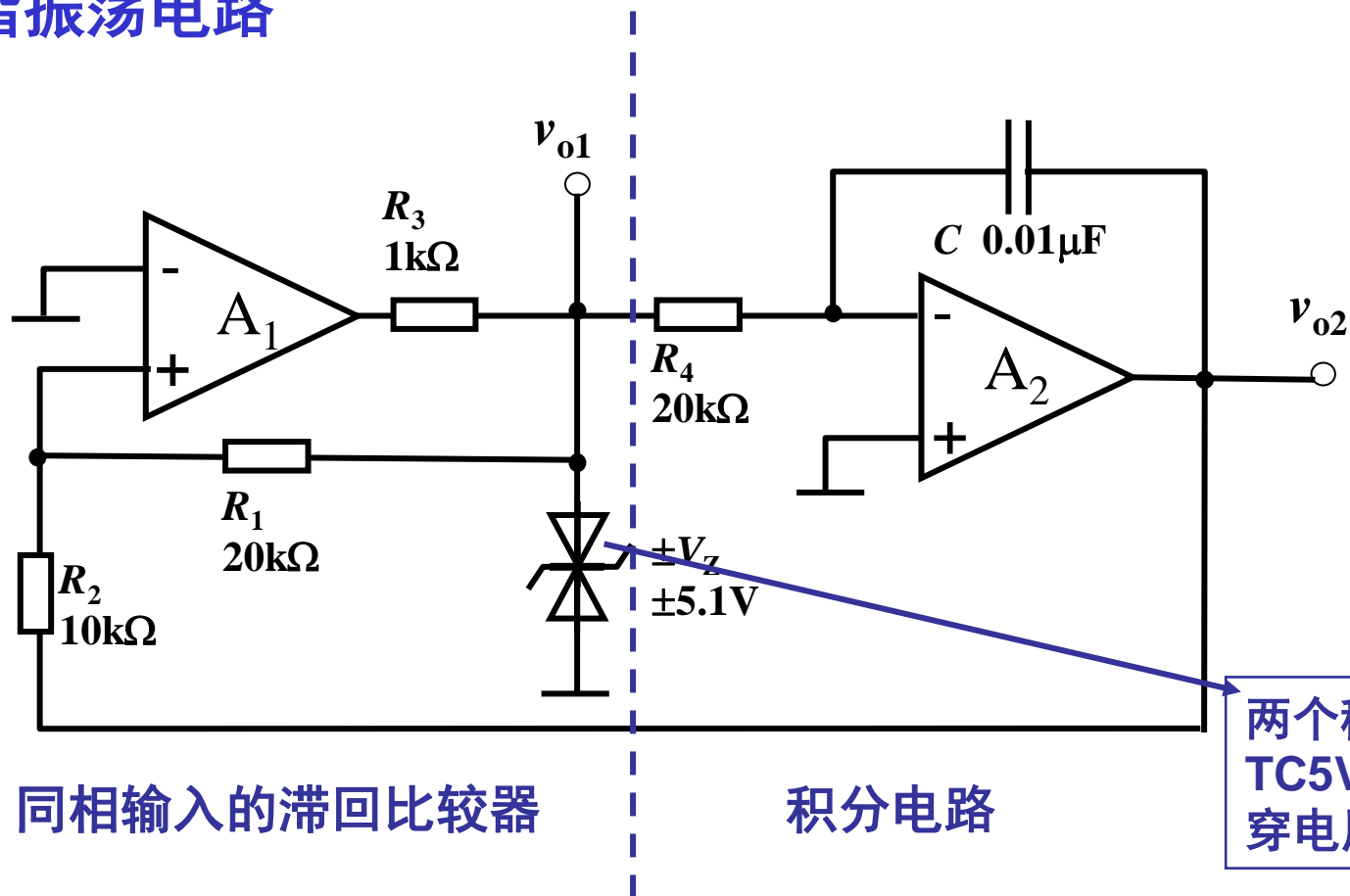
◆ 利用正反馈特性





实验原理概要

多谐振荡电路





实验内容

(1) RC 桥氏正弦振荡电路

◆ 在实验四的实验内容（1）的基础上，增加 RC 串并联选频网络。

- ① R_w 保持为原有 $12k\Omega$ 的电阻，电路应该能够输出一个较好的正弦波形，测出振荡频率和幅度。
- ② 将 $12k\Omega$ 电阻更换为电位器 R_w ，并缓慢调节电位器，观察电路输出波形的变化，解释所观察到的现象。测量电路刚起振时 R_w 的阻值，分析电路的振荡条件。
- ③ 在步骤①的基础上将两个二极管断开，观察输出波形有什么变化，并分析原因。



实验内容

(2) 多谐振荡电路

- ◆ 在实验四实验内容（2）的基础上，按图增加积分电路。观测 v_{o1} 、 v_{o2} 波形、幅度、周期（频率）。
- ◆ 修改电路使之变成矩形波和锯齿波振荡电路，即 v_{o1} 为矩形波， v_{o2} 为锯齿波。要求锯齿波的逆程（电压下降段）时间大约是正程（电压上升段）时间的 20% 左右。观测 v_{o1} 、 v_{o2} 的波形，记录它们的幅度、周期（频率）等参数。



后续实验预告

- ◆ 实验八（波形产生电路）的实验时间为第10周-第12周。提前完成实验的同学，可以继续完成综合实验（示波器上的万花尺）。
- ◆ 示波器上的万花尺实验是综合了运算放大器、RC电路、波形产生电路的综合性质的实验，是对大家在电路设计能力、以及实验技能的方面检验。说明如下：

（1）该实验可以两人一组完成，原则上仅限同一二级选课时间段内的两个同学组队，并在选课时间来完成实验。同组人中学号较小的同学请完成问卷，<http://wenjuan.tsinghua.edu.cn/s/Qfm6fu/> 进行同组人和时间的报备。确有需要调整的，在实验室容量允许的条件下，可以调换。目前周四下午实验室全满，不接受调入。



后续实验预告

- ◆ (2) 综合实验在第12周-第15周进行。请在这四周内，选择三个时间段来实验室完成实验。比如可以13-15周来，也可以12-14周，还可以12、14、15周。但每组同学只能在提前报备的时间段前来实验室调测，不能占用其他时间，且不得超过三次。
- ◆ (3) 请在课程讨论区或课程微信群中进行讨论。我们的教学团队将不在邮件、个人微信等个人渠道中回复和实验内容有关的问题。

祝同学们实验顺利！