



## 集成运算放大器构成的电压比较器 实验报告

实验名称: 集成运放构成的电压比较器

系 别: 计算机科学与技术

实验者姓名: 陈 瑾

学 号: 37220222203552

实验日期: 2023年12月13日

实验报告完成日期: 2023 年 12 月 19 日

## 一、实验目的

- 1、掌握电压比较器的模型及工作原理；
- 2、掌握电压比较器的应用；

## 二、实验原理

### 1、集成运放构成的单限电压比较器

集成运放构成的单限电压比较器电路如图 1(a) 所示。图 1(b) 为其电压传输特性曲线。

由于理想集成运放在开环应用时，

$$A_v \rightarrow \infty, R_i \rightarrow \infty, R_o \rightarrow 0;$$

则当  $V_i < E_R$  时， $V_o = V_{OH}$ ；

反之，当  $V_i > E_R$  时， $V_o = V_{OL}$ ；

由于输出与输入反相，故称为反相单限电压比较器；通过改变  $E_R$  值，即可改变转换电平  $V_T$  ( $V_T \approx E_R$ )；当  $E_R = 0$  时，电路称为“过零比较器”。同理，将  $V_i$  与  $E_R$  对调连接，则电路为同相单限电压比较器。图 1(c) 为反相单限电压比较器的应用——波形变换应用。

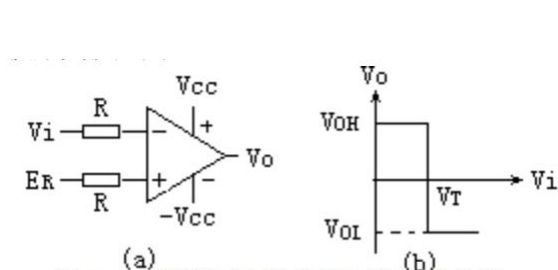


图 1 反相单限电压比较器及传输特性曲线

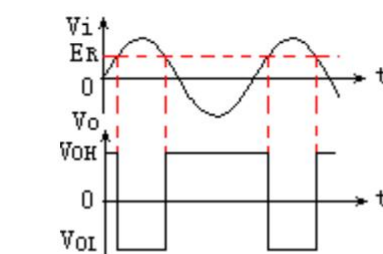


图 1(c) 反相单限电压比较器波形变换

### 2、集成运放构成的施密特电压比较器

集成运放构成的施密特电压比较器电路如图 2(a) 所示。图 2(b) 为其电压传输特性曲线。

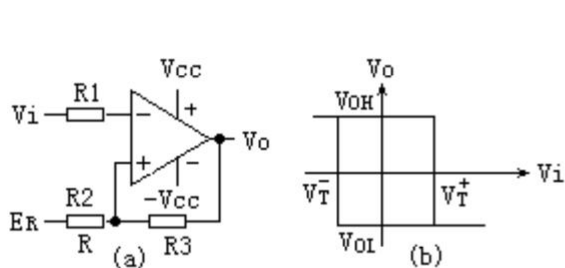


图 2 反相施密特电压比较器及传输特性曲线

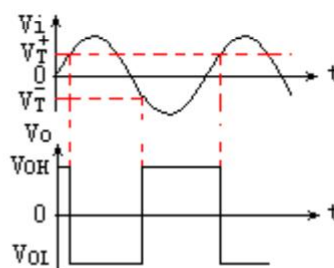


图 2(c) 反相施密特电压比较器波形变换

当  $V_o = V_{OH}$  时,  $V_{+1} = V_T^+ = \frac{R_2}{R_2 + R_3} V_{OH} + \frac{R_3}{R_2 + R_3} E_R$ ;  $V_T^+$  称为上触发电平;

当  $V_o = V_{OL}$  时,  $V_{+2} = V_T^- = \frac{R_2}{R_2 + R_3} V_{OL} + \frac{R_3}{R_2 + R_3} E_R$ ;  $V_T^-$  称为下触发电平;

回差电平:  $\Delta V_T = V_T^+ - V_T^-$

当  $V_i$  从足够低往上升, 若  $V_i > V_T^+$  时, 则  $V_o$  由  $V_{OH}$  翻转为  $V_{OL}$ ;

当  $V_i$  从足够高往下降, 若  $V_i < V_T^-$  时, 则  $V_o$  由  $V_{OL}$  翻转为  $V_{OH}$ ;

由于  $V_T^+$ 、 $V_T^-$  不相等, 故称为双限电压比较器, 而其电压传输特性曲线具有迟滞回线形状, 由称为迟滞比较器; 由于输入足够低时, 输出为高; 输入足够高时, 输出为低; 故称为反相施密特电压比较器; 通过改变  $E_R$  值, 即可改变上、下触发电平  $V_T^+$ 、 $V_T^-$ ; 同理, 将  $V_i$  与  $E_R$  对调连接, 则电路为同相施密特电压比较器。图 2(c) 为反相施密特电压比较器的应用—波形变换应用。

### 三、实验仪器

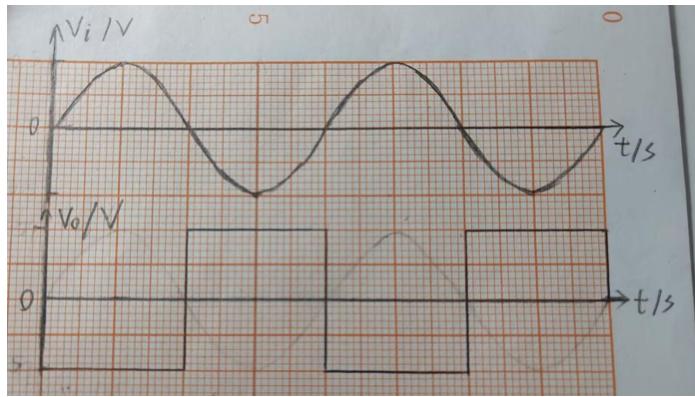
1、示波器	1 台
2、函数信号发生器	1 台
3、数字万用表	1 台
4、多功能电路实验箱	1 台

### 四、实验内容

#### 1、单限电压比较器

1) 按图搭接电路,  $E_R$  由实验箱可变直流电源提供。用直流电压表测量参考电压  $E_R$  值, 调节  $R_w$  ( $E_R$ ), 观察并定量画出  $E_R = 1V$  (或最大) 时的单限电压比较器的电压传输特性曲线  $V_i \sim V_o$ ;





2) 电压传输特性曲线测量方法：用缓慢变化信号（正弦、三角）作 $V_i$ （ $V_i=1$  0V, 200Hz）将 $V_i$ 接示波器X（CH1）输入， $V_o$ 接Y（CH2）输入，令示波器工作在外扫描方式（X-Y）；



观察并定量画出电压传输特性曲线。

3) 当 $V_T = 1V$ 时，令示波器工作在内扫描方式（Y-T），同时观察并画出 $V_i$ 、 $V_o$ 波形，用示波器测量 $V_i$ 的转换电平 $V_T$ 值。

$$V_T = -2.33V$$

思考： $E_R$ 与 $V_T$ 的关系？

$E_R$ 与 $V_T$ 成正相关。

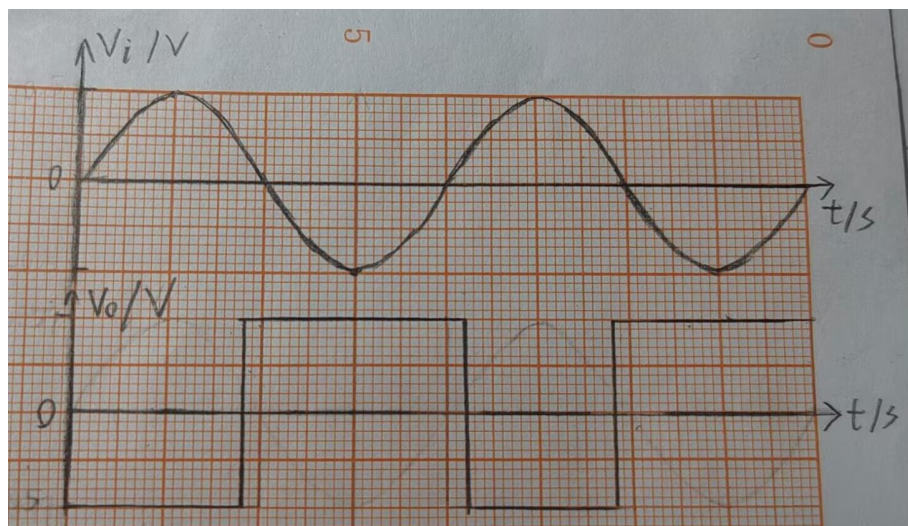
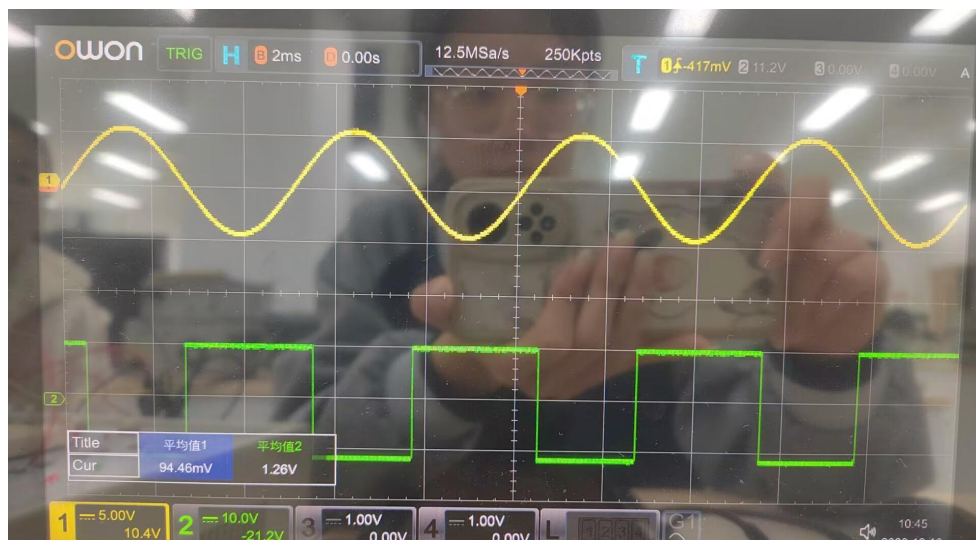
## 2、施密特电压比较器

1) 调节 $R_w$ （ $E_R$ ），用直流电压表测量 $E_R$ 值，当 $E_R=1V$ ，调节 $R_2$ 电位器，观察 $\Delta V_T$ 变化情况，发现 $\Delta V_T$ 会随 $R_2$ 增大而增大，减小而减小；当 $\Delta V_T = 4V$ ，定量记录电压传输特性曲线；





2) 令示波器工作在内扫描方式 (Y-T)，观察并画出 $V_i$ 、 $V_o$ 波形，



用示波器测量 $V_i$ 的转换电平

$$V_{T+} = -333\text{mV}$$

$$V_{T-} = -4.33\text{V};$$

3) 调节 $R_w$  ( $E_R$ )，观察电压传输特性曲线的变化情况，当 $E_R=0V$ 时，测得

$$V_{T+}=1.17V$$

$$V_{T-}=-2.67V$$

改变 $E_R$ ，观察 $V_o$ 的正脉宽 $t_{u+}$ 的变化情况。

思考： $E_R$ 变化对输出波形的影响？

$E_R$ 增大，波形正脉宽增大； $E_R$ 减小，波形正脉宽减小。

$R_2$ 变化对输出波形的影响？

$R_2$ 增大，波形正脉宽增大； $R_2$ 减小，波形正脉宽减小。

## 五、实验小结

通过本次实验，我们成功使用集成运算放大器构建了电压比较器，并对一些数据进行了测试，观察了输入输出波形。掌握了电压比较器的模型及工作原理和应用，特别是对单限电压比较器和施密特电压比较器有了更深一步的了解。本次实验不仅加深了我们对集成运放和电压比较器的理解，还提高了我们的实验技能和实践能力。