



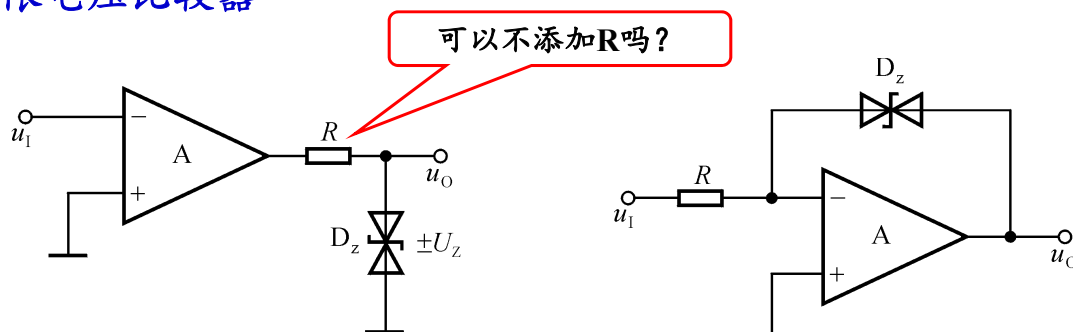
模拟电路基础（下）

集成运算放大器的应用

7.3 电压比较器



➤ 单限电压比较器



优点：集成运放并没有工作到非线性工作区，提高了输出电压的变化速度
(内部的晶体管不需要从饱和逐渐过渡到截止，或者从截止逐渐过渡到饱和的过程)

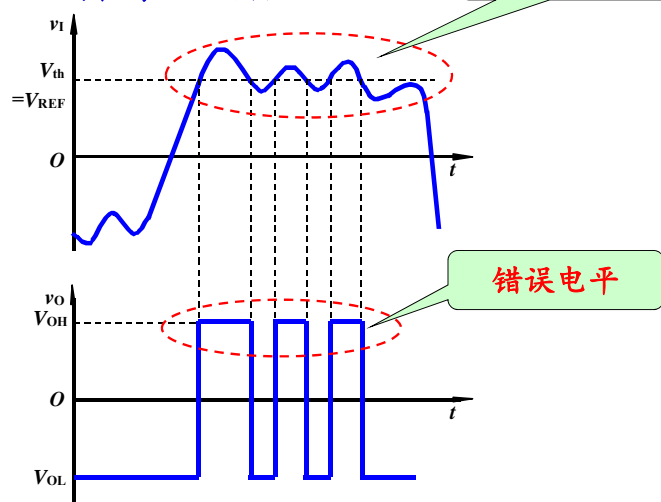
7.3 电压比较器

3



武汉大学
WUHAN UNIVERSITY

➤ 滞回电压比较器（施密特触发器）



7.3 电压比较器

4



武汉大学
WUHAN UNIVERSITY

➤ 滞回电压比较器（施密特触发器）

▶ 特点：正反馈， $A_F > A_{VO} \approx \infty$ 非线性状态，输出有2种状态

▶ 工作原理： $v_O = A_{VO}(v_F - v_I)$

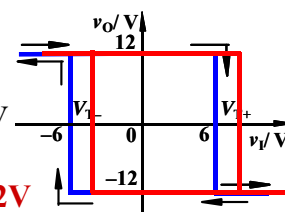
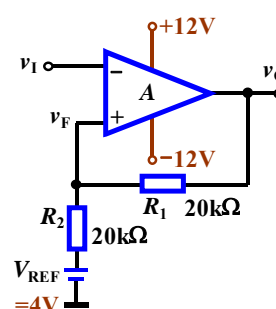
先令 $v_{REF} = 0$ 则： $v_F = \frac{R_2 v_O}{R_1 + R_2} = \pm 6V$

v_I 与 v_F 的关系为：

$$\left\{ \begin{array}{ll} v_I \text{ 最大 } (v_I > +6V) & \rightarrow v_O = -12V \\ v_I \text{ 居中 } (-6V < v_I < +6V) & \rightarrow \text{保持原状态不变} \\ v_I \text{ 最小 } (v_I < -6V) & \rightarrow v_O = +12V \end{array} \right.$$

当 $v_{REF} = 4V$ 时，由虚短： $V_{th} = v_I = v_F = \frac{R_2 v_O}{R_1 + R_2} + \frac{R_1 V_{REF}}{R_1 + R_2} = \pm 6V + 2V$

所以： $V_{T+} = 8V$ ， $V_{T-} = -4V$ ；回差电压 $\Delta V_T = 12V$ 传输特性右移 $2V$



7.3 电压比较器

5



武汉大学
WUHAN UNIVERSITY

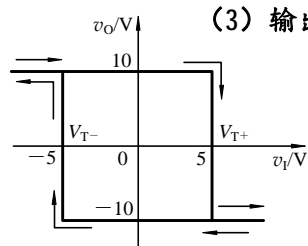
► 滞回电压比较器（施密特触发器）

试求门限电压，画出传输特性和图所示输入信号下的输出电压波形。

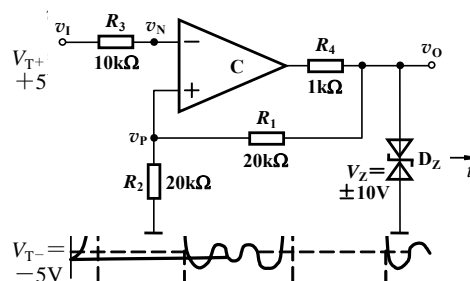
解：(1) 门限电压 $V_{REF} = 0$ $V_O = \pm 10V$

$$V_{T+} = \frac{R_1 V_{REF}}{R_1 + R_2} + \frac{R_2 V_{OH}}{R_1 + R_2} = 5V \quad V_{T-} = \frac{R_1 V_{REF}}{R_1 + R_2} + \frac{R_2 V_{OL}}{R_1 + R_2} = -5V$$

(2) 传输特性



(3) 输出电压波形



7.3 电压比较器

6



武汉大学
WUHAN UNIVERSITY

► 滞回电压比较器（施密特触发器）

电路如图示，试求门限电压，画出传输特性。

解：(1) 门限电压

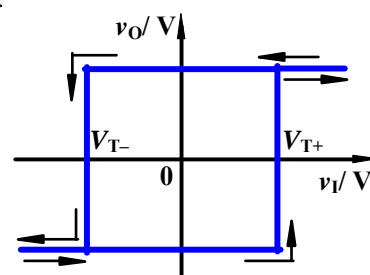
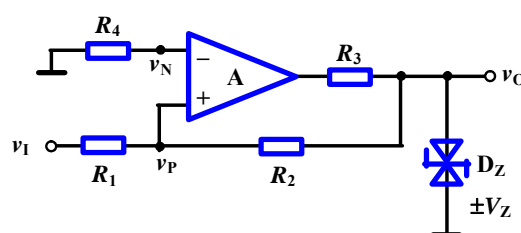
$$v_P = \frac{R_2 v_I}{R_1 + R_2} + \frac{R_1 v_O}{R_1 + R_2}$$

翻转时刻， $v_P = v_N = 0$ $v_O = \pm V_Z$

$$v_I = -\frac{R_1}{R_2} (\pm V_Z)$$

$$V_{T+} = -\frac{R_1}{R_2} (-V_Z) \quad V_{T-} = -\frac{R_1}{R_2} \cdot V_Z$$

(2) 传输特性



7.3 电压比较器

7



武汉大学
WUHAN UNIVERSITY

➤ 窗口电压比较器

窗口电压比较器有**两个阈值电压**，在 v_1 变化的过程中， v_o 产生**两次跃变**。多用于指示电压是否处于“合理”范围。（如温度-电压转换、速度-电压转换等等）

如何实现？

思路：

- 1、类似滤波器的组合方式，采用2个电压比较器进行组合实现
- 2、电压比较器的输出不能相互影响，采取一定的隔离措施（逻辑关系）

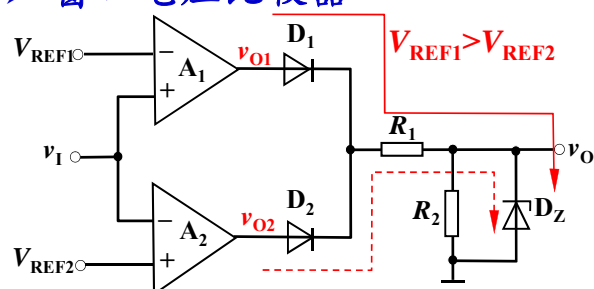
7.3 电压比较器

8

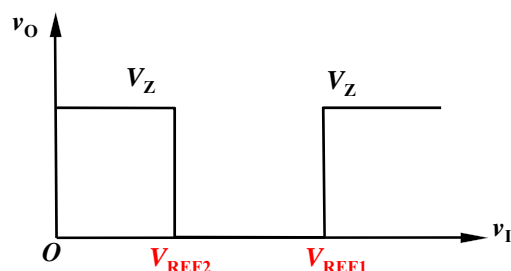


武汉大学
WUHAN UNIVERSITY

➤ 窗口电压比较器



(a) 窗口电压比较器



(b) 电压传输特性

当 $v_1 > V_{REF1}$ 时 $\rightarrow v_{O1} = +V_{OM}$, $v_{O2} = -V_{OM} \rightarrow D_1 \checkmark$, $D_2 \times \rightarrow D_Z$ 稳压, $v_O = V_Z$ 。

当 $v_1 < V_{REF2}$ 时 $\rightarrow v_{O1} = -V_{OM}$, $v_{O2} = +V_{OM} \rightarrow D_2 \checkmark$, $D_1 \times \rightarrow D_Z$ 稳压, $v_O = V_Z$ 。

当 $V_{REF2} < v_1 < V_{REF1}$ 时 $\rightarrow v_{O1} = -V_{OM}$, $v_{O2} = -V_{OM} \rightarrow D_1 \times$, $D_2 \times \rightarrow v_O = 0$ 。

第7章 集成运算放大器的应用

9



武汉大学
WUHAN UNIVERSITY

知识点掌握要求

- 掌握比例运算、加减法运算电路的原理及分析设计方法
- 了解积分、微分等运算电路原理与分析方法
- 掌握滤波的基本概念，掌握滤波器的分类及基本构成
- 熟练掌握一阶有源滤波电路的原理与设计及其分析频响的方法
- 了解二阶电压有源滤波电路的原理与分析
- 掌握电压比较器的原理及分类
- 掌握电压比较器阈值电压及传输特性的分析方法（尤其是滞回）

课后作业

10



武汉大学
WUHAN UNIVERSITY

7.4
7.7
7.8*
7.10
7.11
7.12
7.15*
7.18
7.25*
7.27
7.29