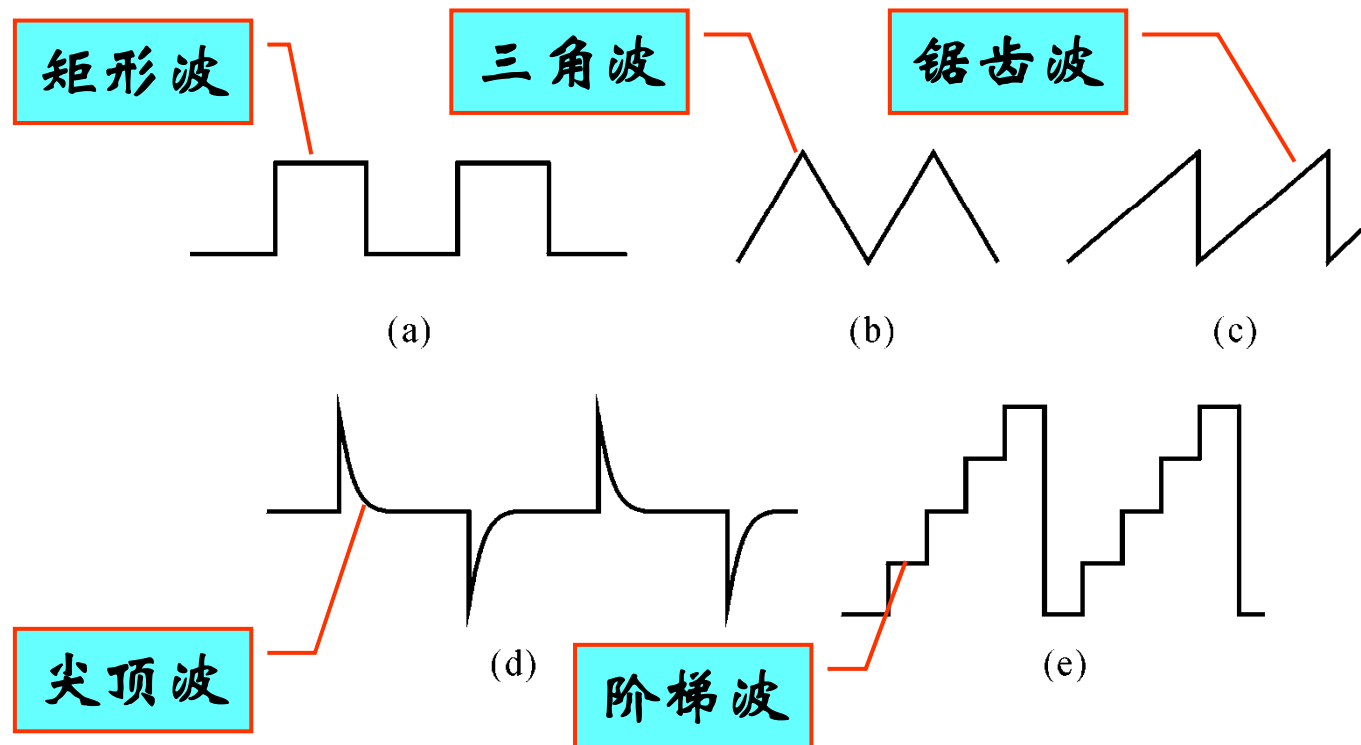


一、常见的非正弦波



矩形波是基础波形，可通过波形变换得到其它波形。
通过什么电路可将矩形波变为其它几种波形？

二、矩形波发生电路

输出无稳态，有两个暂态；若输出为高电平时定义为第一暂态，则输出为低电平为第二暂态。

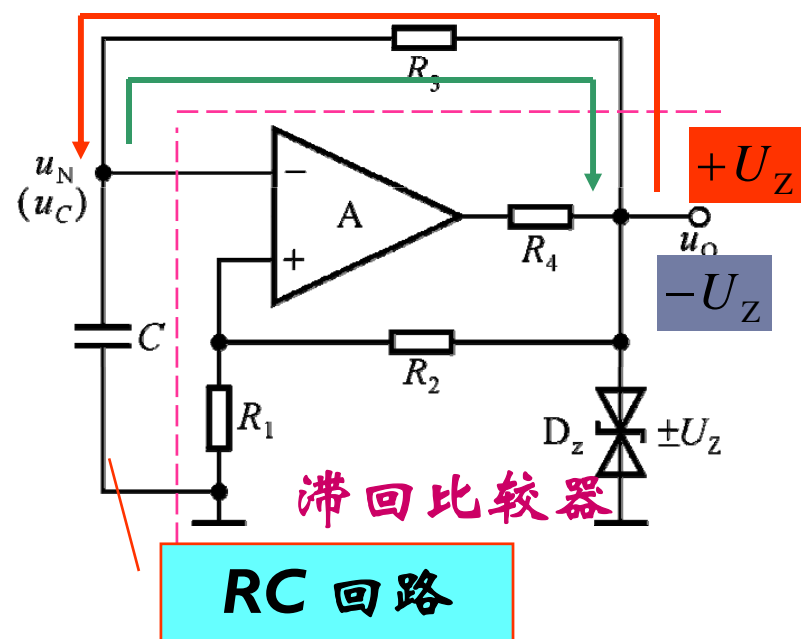
1、基本组成部分

1) 开关电路：输出只有高电平和低电平两种情况，称为两种状态；因而采用电压比较器。

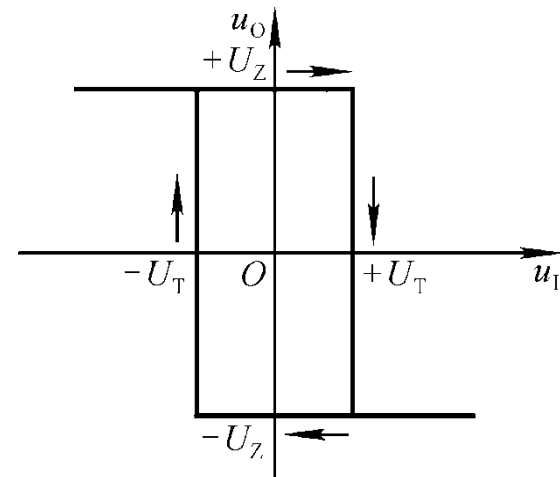
2) 反馈网络：输出端的两种状态自动进行转换，应引入反馈。

3) 延迟环节：使得两个状态均维持一定的时间。利用RC电路实现。

2、电路组成



$$\pm U_T = \pm \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot U_Z$$



正向充电:

$u_O (+U_Z) \rightarrow R \rightarrow C \rightarrow \text{地}$

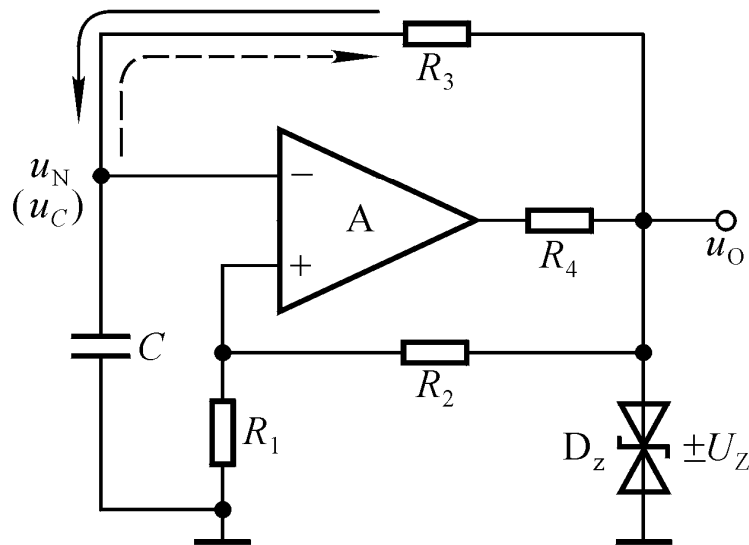
反向充电:

$\text{地} \rightarrow C \rightarrow R \rightarrow u_O (-U_Z)$

3. 工作原理：分析方法

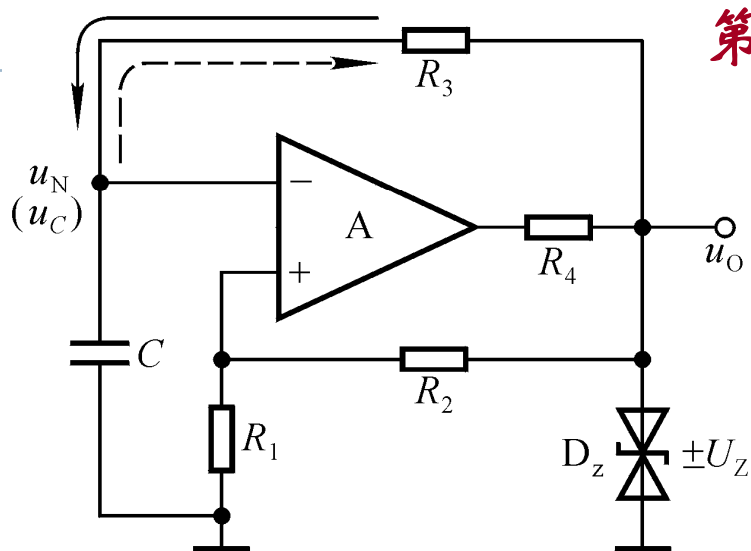
方法一： 设电路已振荡，且在某一暂态，看是否能自动翻转为另一暂态，并能再回到原暂态。

方法二： 电路合闸通电，分析电路是否有两个暂态，而无稳态。

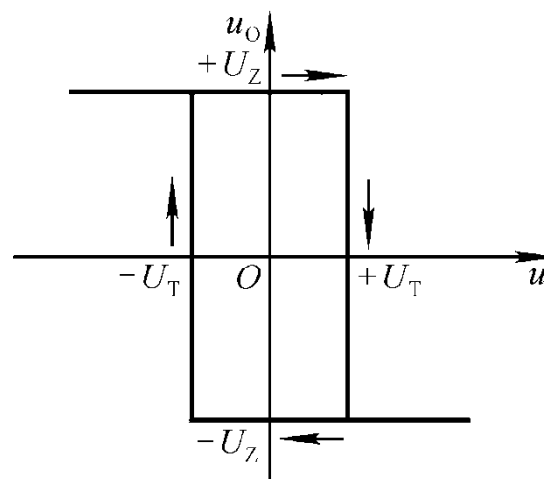


设合闸通电时电容上电压为0， u_O 上升，则产生正反馈过程：

$u_O \uparrow \rightarrow u_P \uparrow \rightarrow u_O \uparrow \uparrow$ ，
直至 $u_O = U_Z$ ， $u_P = +U_T$ ，为第一暂态。



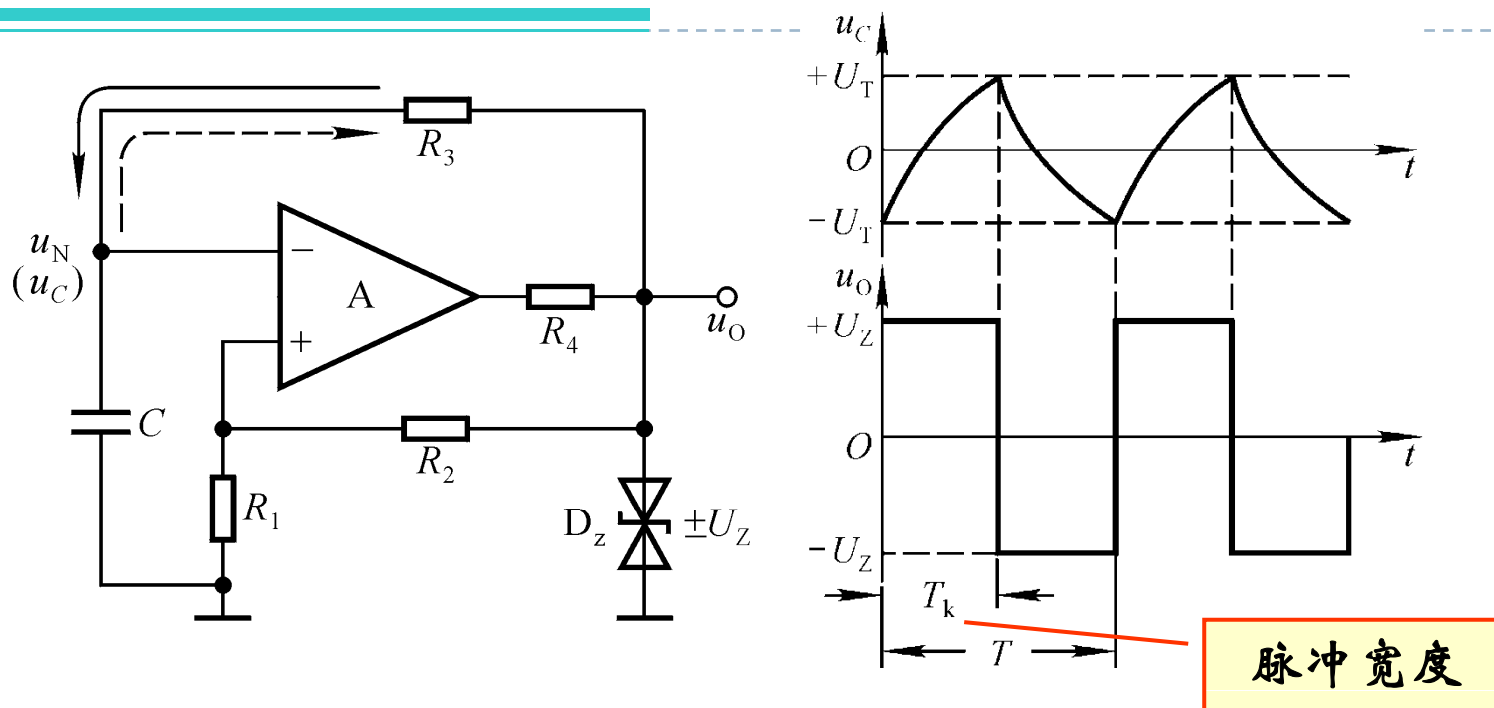
第一暂态： $u_O = U_Z$, $u_P = +U_T$ 。



电容正向充电, $t \uparrow \rightarrow u_N \uparrow$, $t \rightarrow \infty$, $u_N \rightarrow U_Z$; 但当 $u_N = +U_T$ 时, 再增大, u_O 从 $+U_Z$ 跃变为 $-U_Z$, $u_P = -U_T$, 电路进入**第二暂态**。

电容反向充电, $t \uparrow \rightarrow u_N \downarrow$, $t \rightarrow \infty$, $u_N \rightarrow -U_Z$; 但当 $u_N = -U_T$ 时, 再减小, u_O 从 $-U_Z$ 跃变为 $+U_Z$, $u_P = +U_T$, 电路**返回第一暂态**。

4. 波形分析



根据三要素，即起始值、终了值、时间常数，求出

$$u_C = u_C(\infty) + [u_C(0_+) - u_C(\infty)]e^{-\frac{t}{\tau_{\text{充}}}}$$

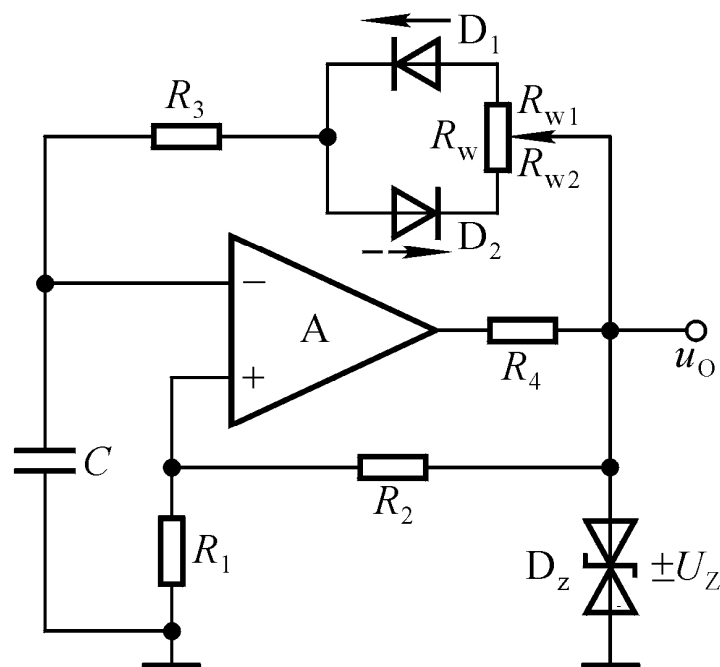
$$\pm U_T = \pm \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot U_Z$$

$$+U_T = U_Z + [-U_T - U_Z]e^{-\frac{t}{\tau_{\text{充}}}}$$

$$T = 2R_3C \ln\left(1 + \frac{2R_1}{R_2}\right)$$

5. 占空比可调电路

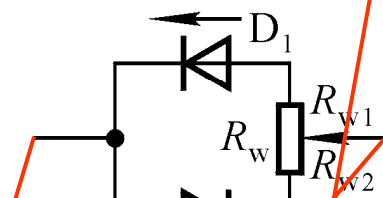
正向充电和反向充电时间常数可调，占空比就可调。



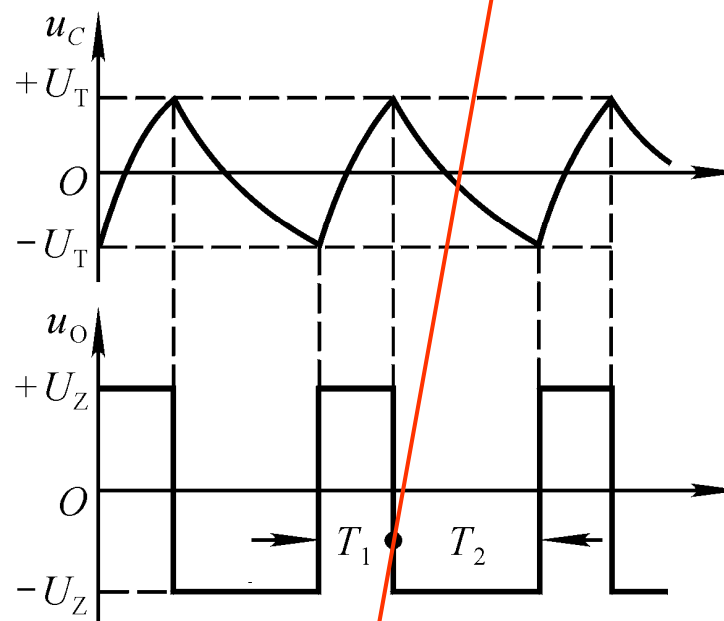
$$\tau_1 \approx (R_{w1} + R_3)C$$

$$\tau_2 \approx (R_{w2} + R_3)C$$

$$T = T_1 + T_2 \approx (R_w + 2R_3)C \ln\left(1 + \frac{2R_1}{R_2}\right)$$



三要素法
解出



$$T_1 \approx \tau_1 \ln\left(1 + \frac{2R_1}{R_2}\right), \quad T_2 \approx \tau_2 \ln\left(1 + \frac{2R_1}{R_2}\right)$$

$$q = \frac{T_1}{T} \approx \frac{R_{w1} + R_3}{R_w + 2R_3}$$