

第七章 脉冲单元电路

7.1 脉冲信号与脉冲电路

7.2 集成门构成的脉冲单元电路

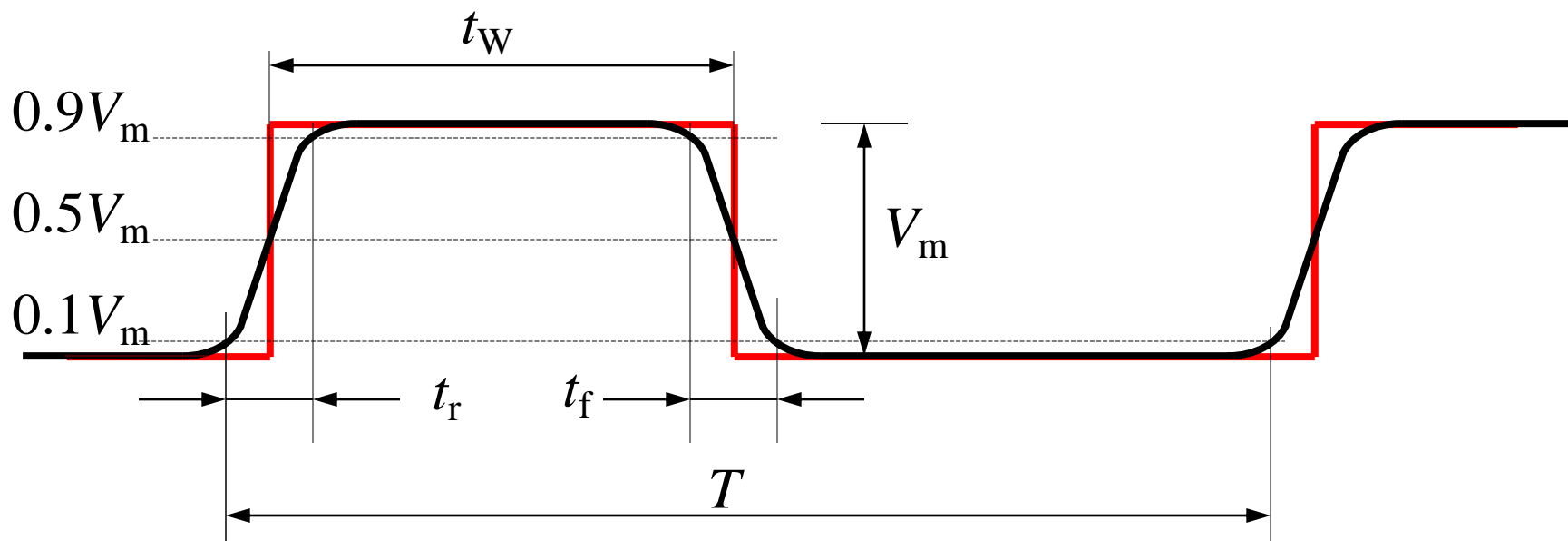
7.3 555定时器及其应用

7.1 脉冲信号与脉冲电路

7.1.1 脉冲信号

- ❖按狭义定义的脉冲信号是指那些持续时间极短，在瞬间完成突变的电压或电流波形
- ❖按广义定义的脉冲信号则指凡是不具有连续正弦波形状的信号，几乎都可通称脉冲信号
- ❖矩形波、方波、锯齿波、钟形脉冲、尖脉冲等都是脉冲信号，在数字电路中最常见的脉冲信号是矩形脉冲和方波，其实方波只是矩形脉冲的一种特殊情况

矩形脉冲的波形参数



V_m 脉冲幅度

t_w 脉冲宽度

t_r 上升时间

T 脉冲周期

t_f 下降时间

q 占空比 $q = \frac{t_w}{T}$

7.1.2 脉冲电路

❖ 用来产生和处理（变换、整形、鉴幅等）脉冲波形的电路称为脉冲电路

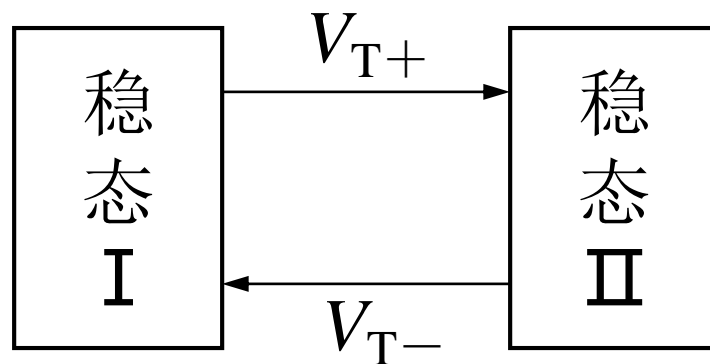
❖ 从严格的意义上讲，脉冲电路属于模拟电路的范畴，但是由于脉冲电路与数字电路有着密切的联系，所以在数字电路课程中有关脉冲电路的内容常常占有一定篇幅，主要讨论脉冲产生和波形变换

❖ 脉冲电路可以用晶体管或集成电路作为开关和RC和RL电路构成，按其工作时的电路状态通常分双稳态电路、单稳态电路和无稳态电路三类

7.2 集成门构成的脉冲单元电路

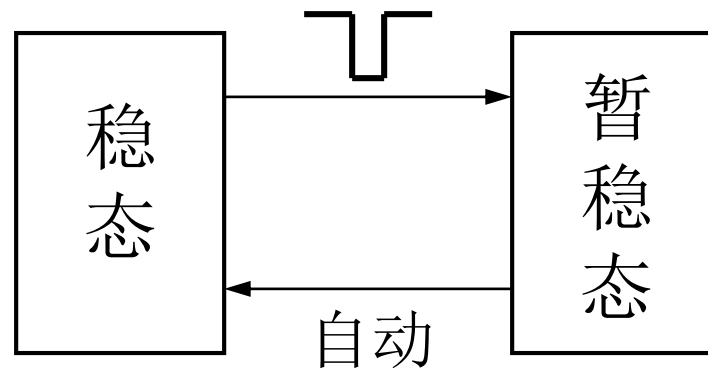
7.2.1 双稳态触发器—施密特触发器

施密特触发器是一种双稳态电路，工作时它有两个稳定的电路状态，在输入信号的触发作用下在两个状态之间转换



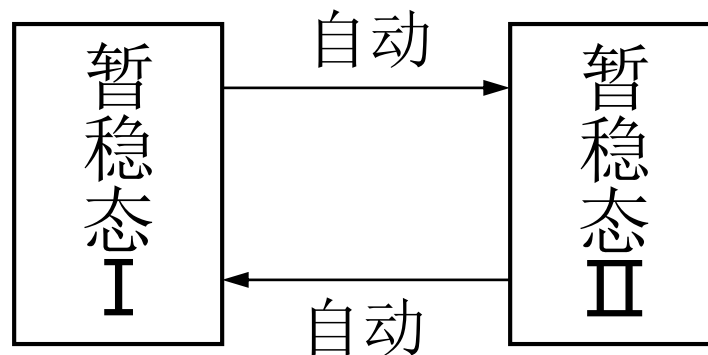
7.2.2 单稳态触发器

单稳态触发器是只有一个稳态的电路，工作时有一个稳态和一个暂稳态，当无输入信号触发时电路处于稳态，在输入信号的触发下电路状态转换进入暂稳态，在暂稳态持续一定时间后，它又会自动地返回到稳态



7.2.3 无稳态触发器--多谐振荡器

多谐振荡器是**无稳态**电路，工作时没有一个稳定状态，只有两个暂稳态。接通电路的电源后，**不需要任何输入信号**，电路会**自动地**进入暂稳态，在两个暂稳态之间转换，并周而复始地持续进行这种转换



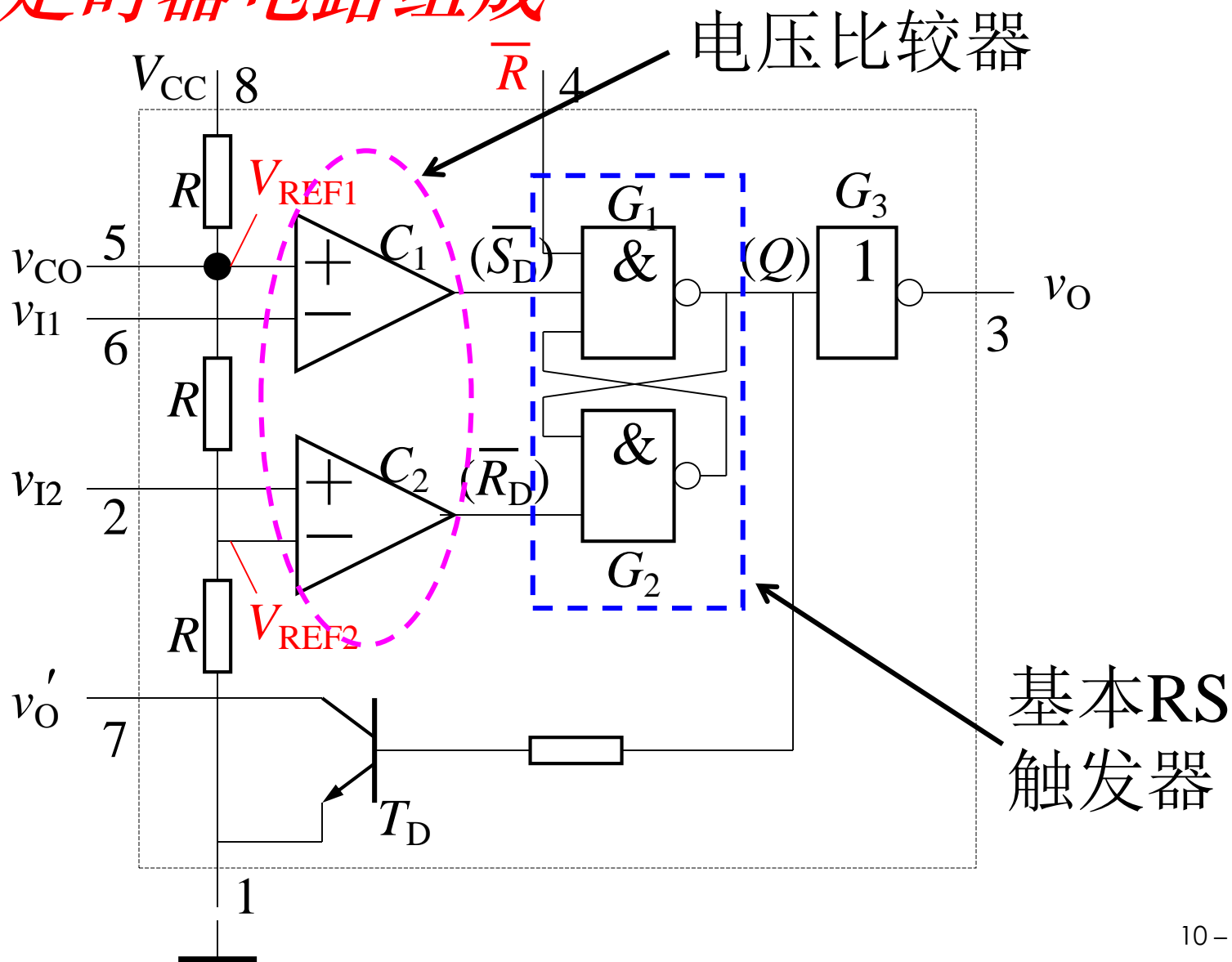
7.3 555定时器及其应用

555定时器是一种多用途的单片中规混合集成电路，它使用方便，应用灵活，用途及其广泛，只需要添加有限的外围元器件，就可以构成许多实用的电子电路。

下面以555为例，介绍各类脉冲整形电路的原理与构成。

7.3.1 555定时器的电路结构

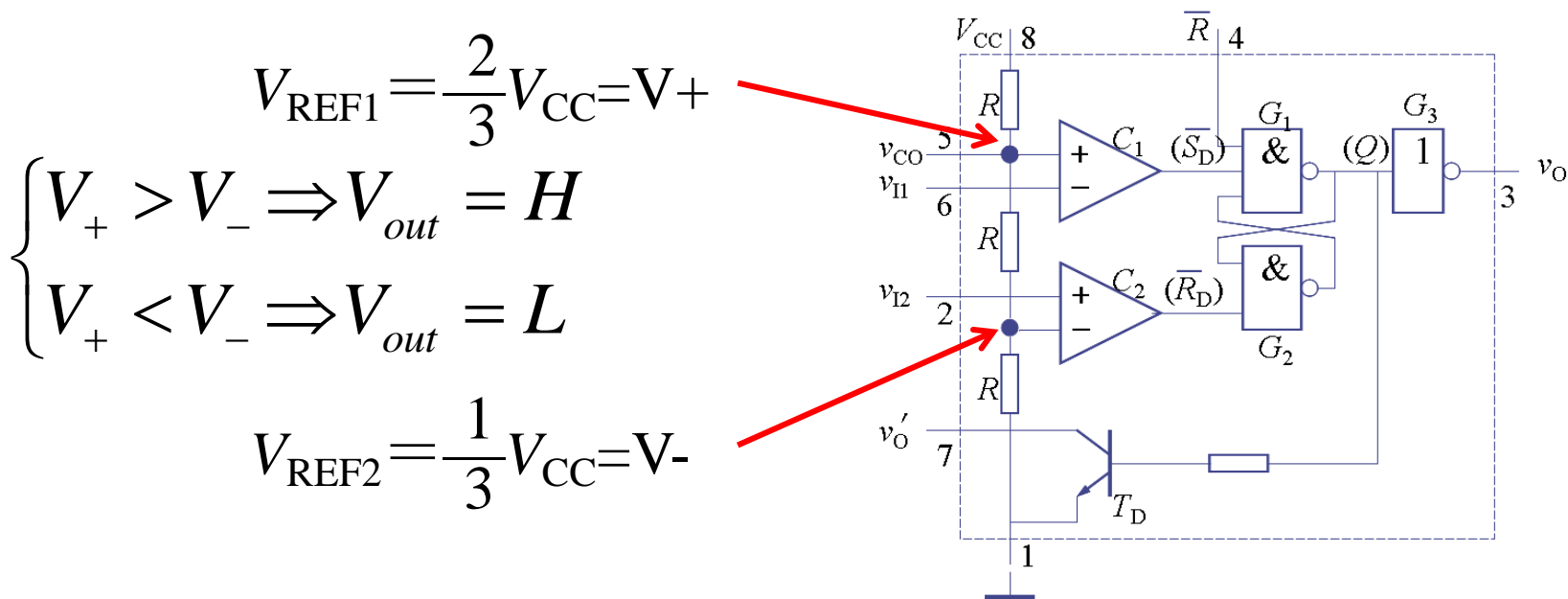
555定时器电路组成



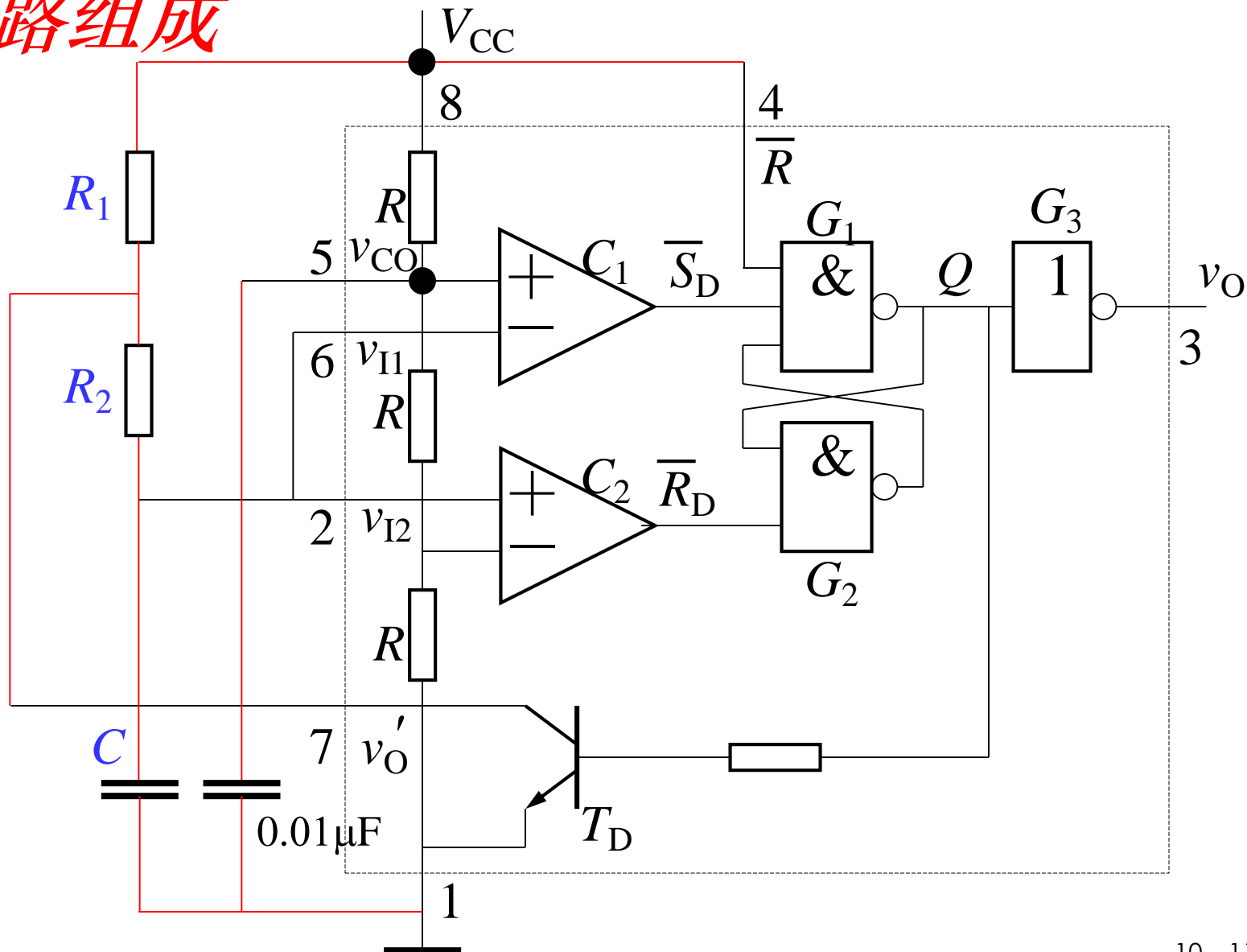
555定时器工作原理

555定时器功能表

\overline{R}	v_{I1} (V_{C1-})	v_{I2} (V_{C2+})	(\overline{S}_D)	(\overline{R}_D)	(Q)	T_D	v_O
L	\times	\times	\times	\times	H	饱和	V_{OL}
H	$> V_{REF1}$	$> V_{REF2}$	L	H	H	饱和	V_{OL}
H	$< V_{REF1}$	$< V_{REF2}$	H	L	L	截止	V_{OH}
H	$< V_{REF1}$	$> V_{REF2}$	H	H	保持	保持	不变



7.3.2 用555定时器构成多谐振荡器 电路组成

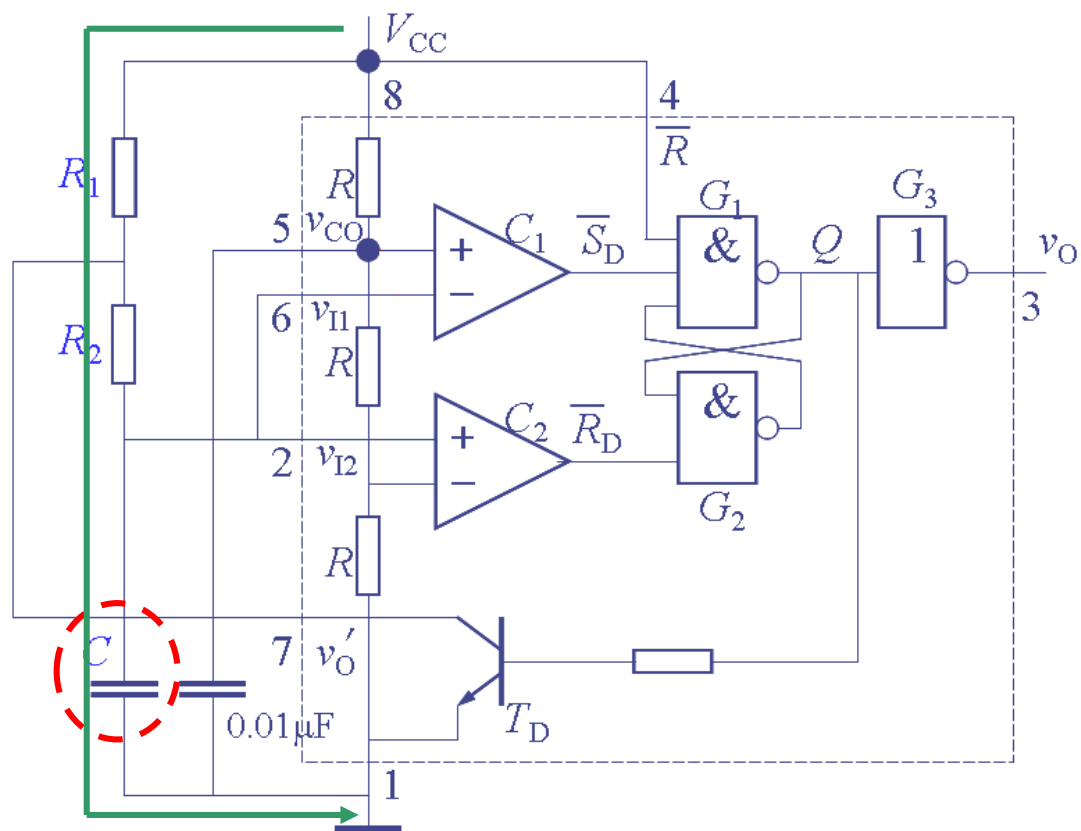


工作原理

❖ **暂稳态 I** **电容C充电**，两端电压上升，充电电路路径为 $V_{CC} \rightarrow R_1 \rightarrow R_2 \rightarrow C \rightarrow \text{地}$ ，充电时间常数 $\tau_{\text{充}} = (R_1 + R_2)C$ ，电路在暂稳态 I 期内，输出 $v_O = V_{OH}$

❖ 自动翻转 I

当电容端电压充电到 V_{T+} 时, 电路翻转, T_D 饱和, 电容 C 中止充电, 开始放电

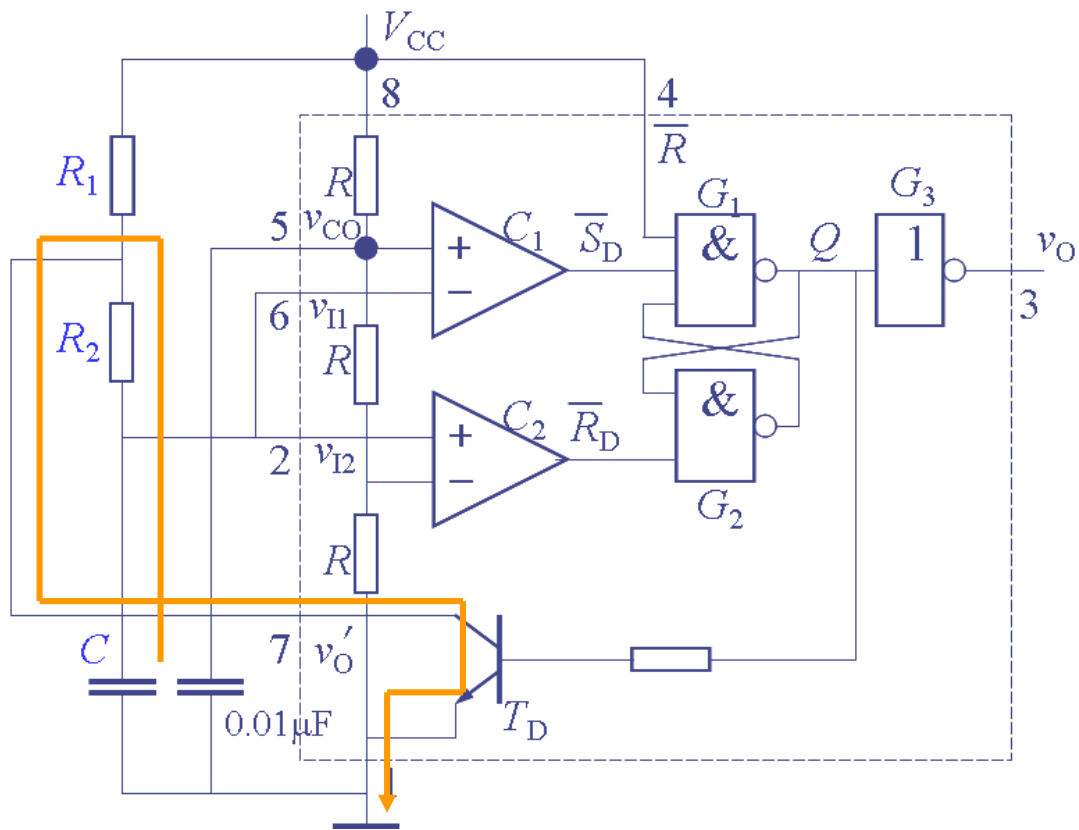


工作原理

❖ 暂稳态 II 电容 C 放电，两端电压下降，放电路径为 $C \rightarrow R_2 \rightarrow T_D \rightarrow$ 地，放电时间常数 $\tau_{\text{放}} = R_2 C$ ，电路暂稳态期 II 内，输出 $v_O = V_{OL}$

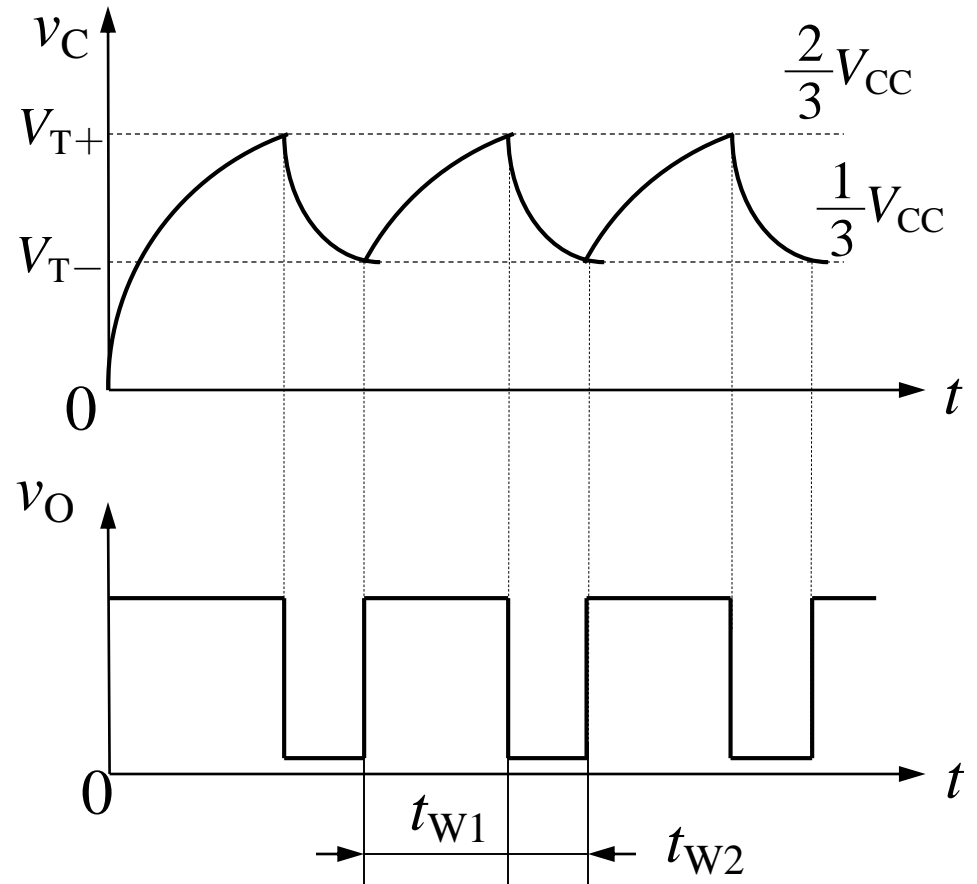
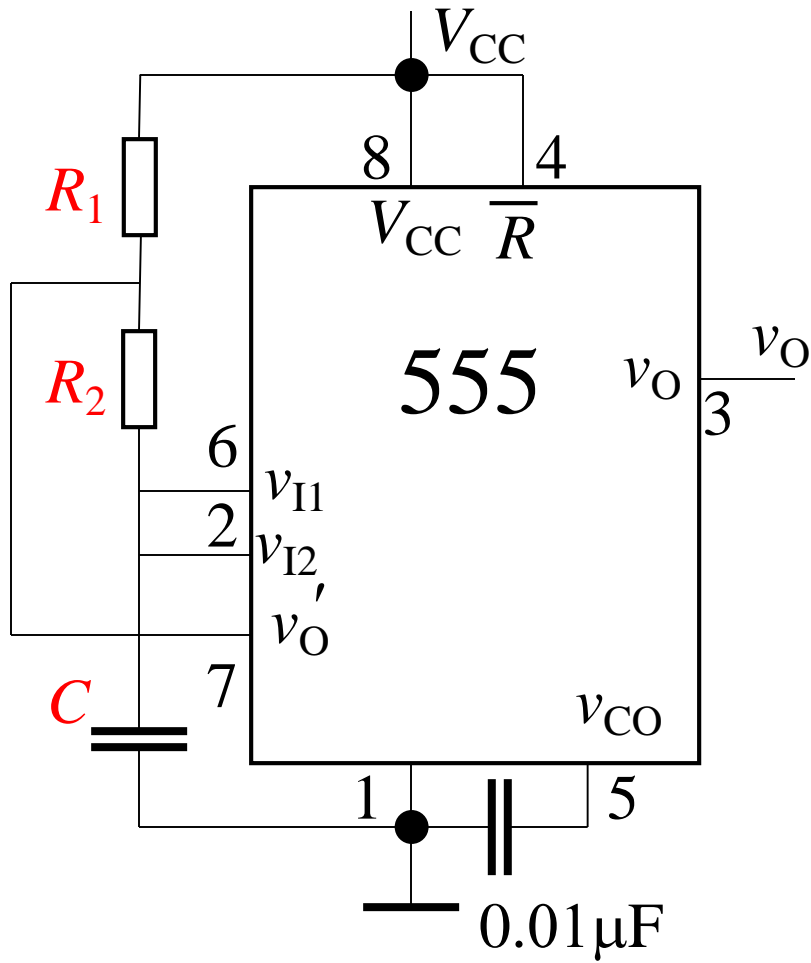
❖ 自动翻转 II

当电容端电压放电到 V_T 时, 电路翻转, T_D 截止, 电容 C 中止放电, 开始充电



7.3.2 用555定时器构成多谐振荡器

工作原理



主要技术参数的估算

$$t_{W1} = \tau_{\text{充}} \ln \frac{v_{(\infty)} - v_{(0)}}{v_{(\infty)} - v_{(t)}} = (R_1 + R_2)C \ln \frac{V_{CC} - \frac{1}{3}V_{CC}}{V_{CC} - \frac{2}{3}V_{CC}} = 0.7(R_1 + R_2)C$$

$$t_{W2} = \tau_{\text{放}} \ln \frac{v_{(\infty)} - v_{(0)}}{v_{(\infty)} - v_{(t)}} = R_2C \ln \frac{0 - \frac{2}{3}V_{CC}}{0 - \frac{1}{3}V_{CC}} = 0.7R_2C$$

输出脉冲周期 T

$$T = t_{W1} + t_{W2} = 0.7(R_1 + 2R_2)C$$

输出脉冲占空比 q

$$q = \frac{t_{W1}}{T} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 + 2R_2}$$

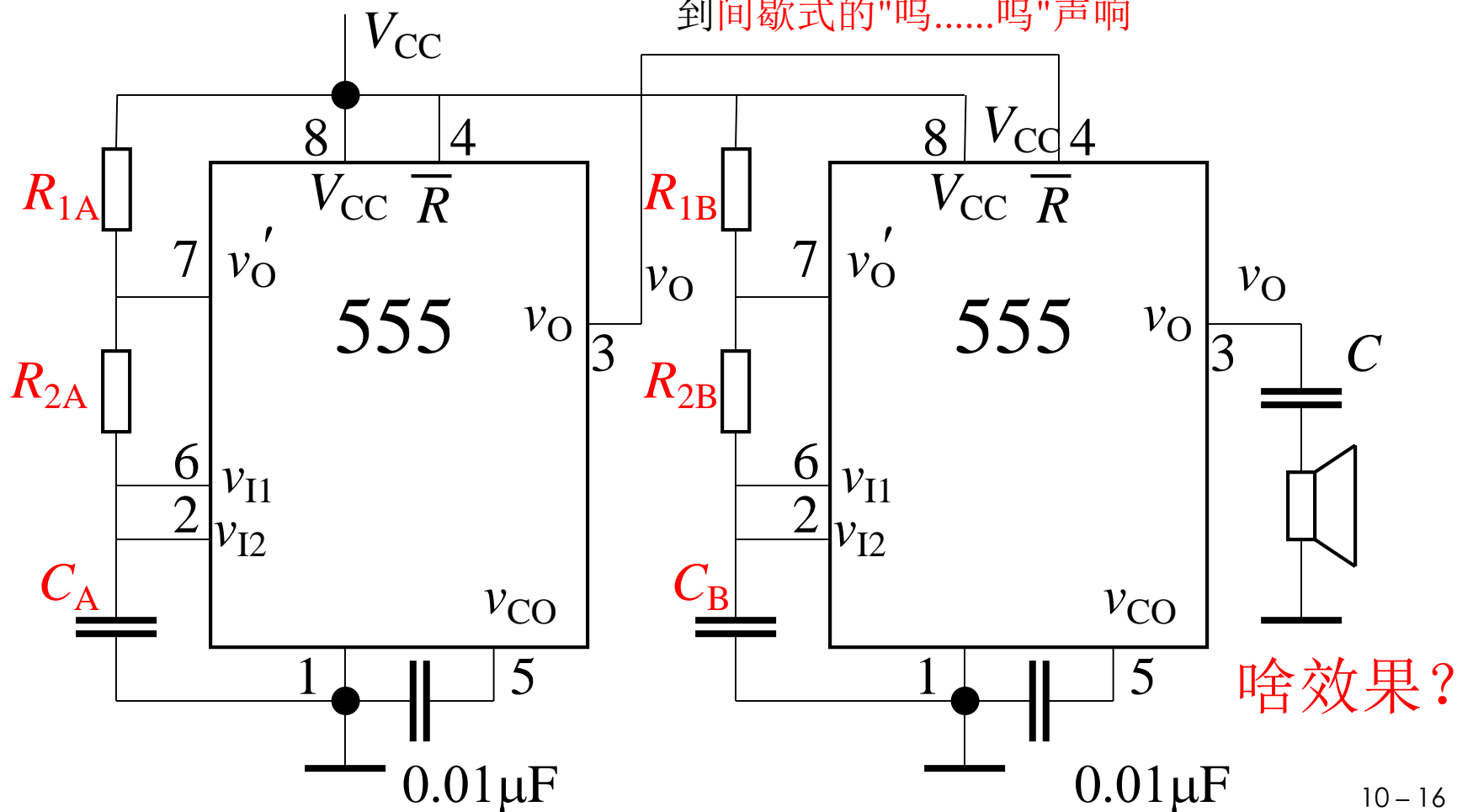
7.3.2 用555定时器构成多谐振荡器

多谐振荡器的应用

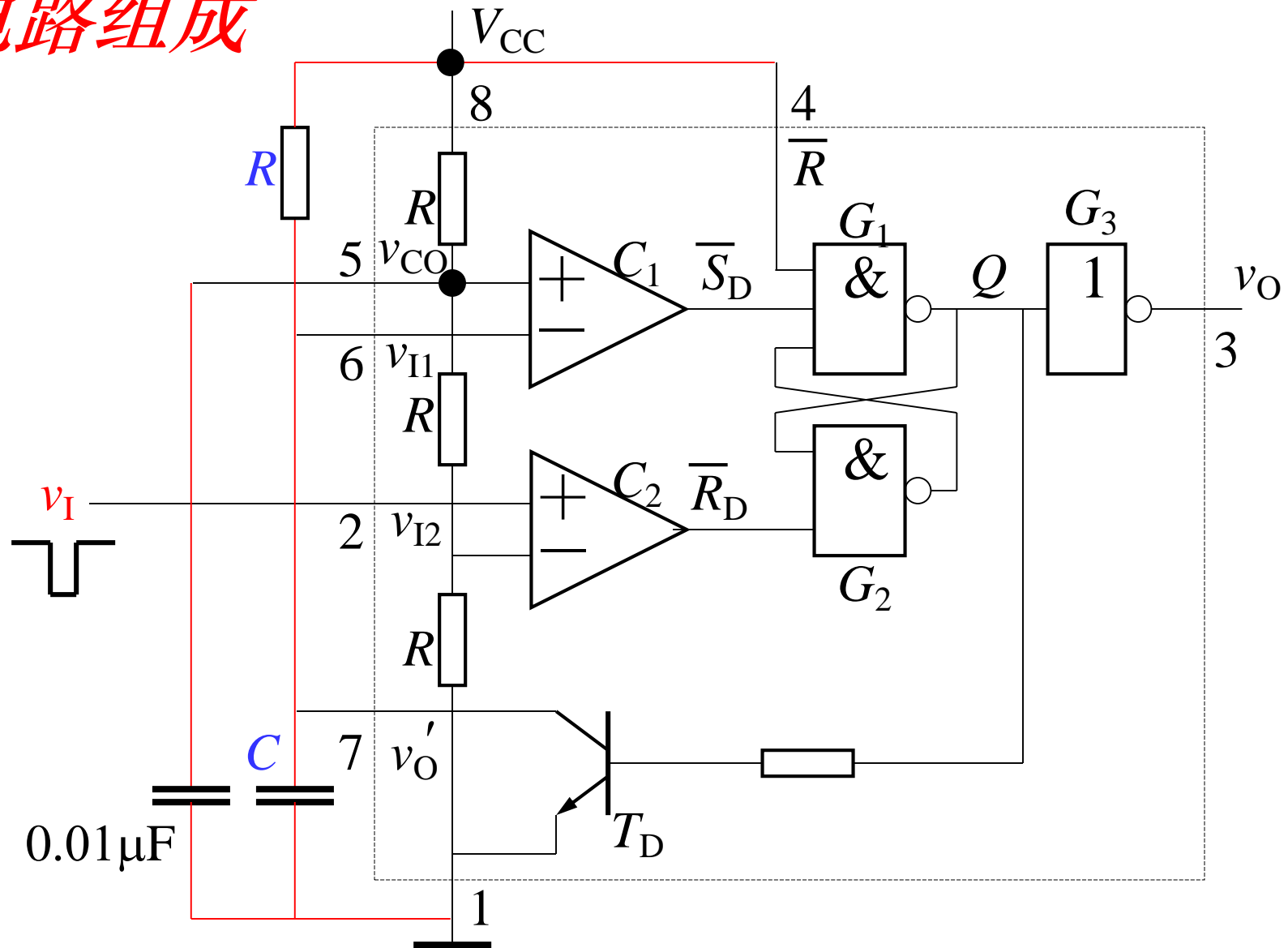
❖ 各类脉冲源

❖ 模拟声响发生器

只有当前一个振荡器输出高电平时，才驱动后一个振荡器振荡，扬声器发声；而前一个振荡器输出低电平时，导致后面振荡器复位并停止震荡，此时扬声器无音频输出。因此从扬声器中听到间歇式的"呜.....呜"声响



7.3.2 用555定时器构成单稳态触发器 电路组成

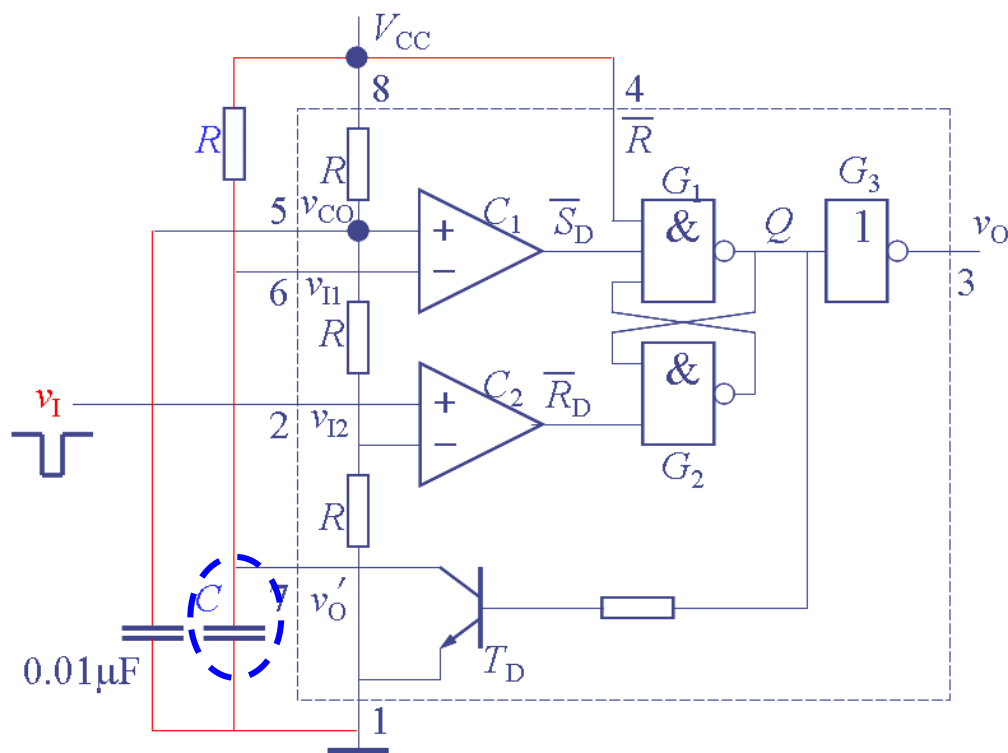


7.3.2 用555定时器构成单稳态触发器

工作原理

❖ **稳态** 无输入信号触发时，定时电容 C 已放电完毕，电路处于**稳态**，输出 $v_O = V_{OL}$

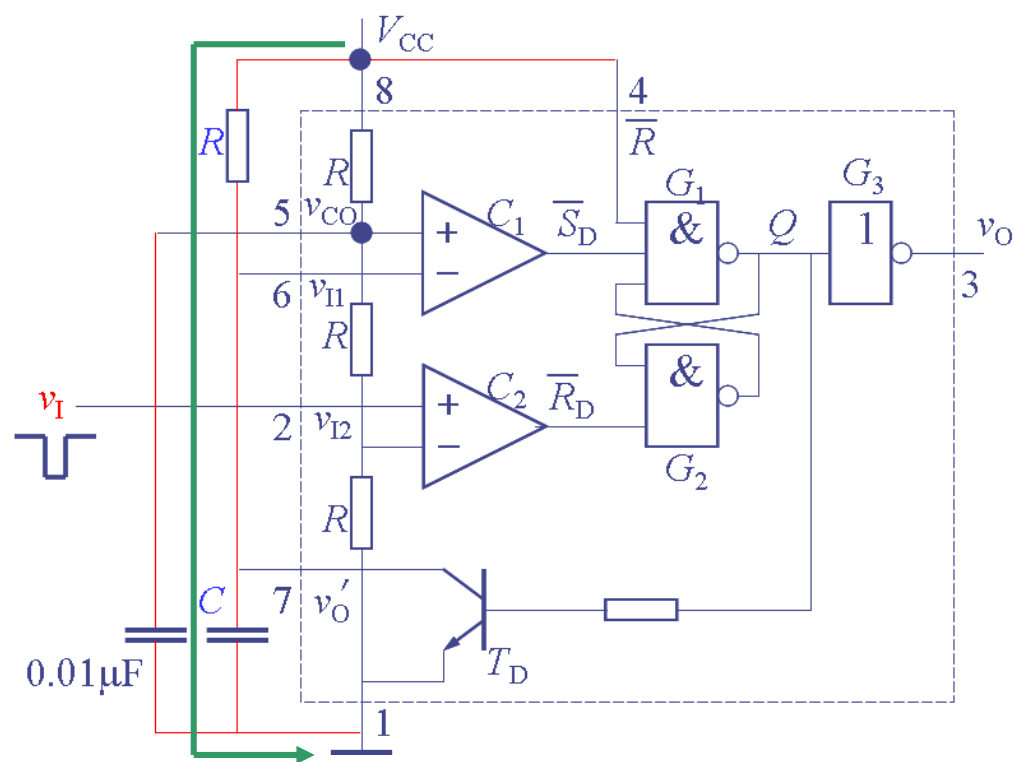
❖ **触发翻转** 输入信号 v_I **负跳沿触发**后， T_D 截止，电路翻转进入暂稳态，定时开始



工作原理

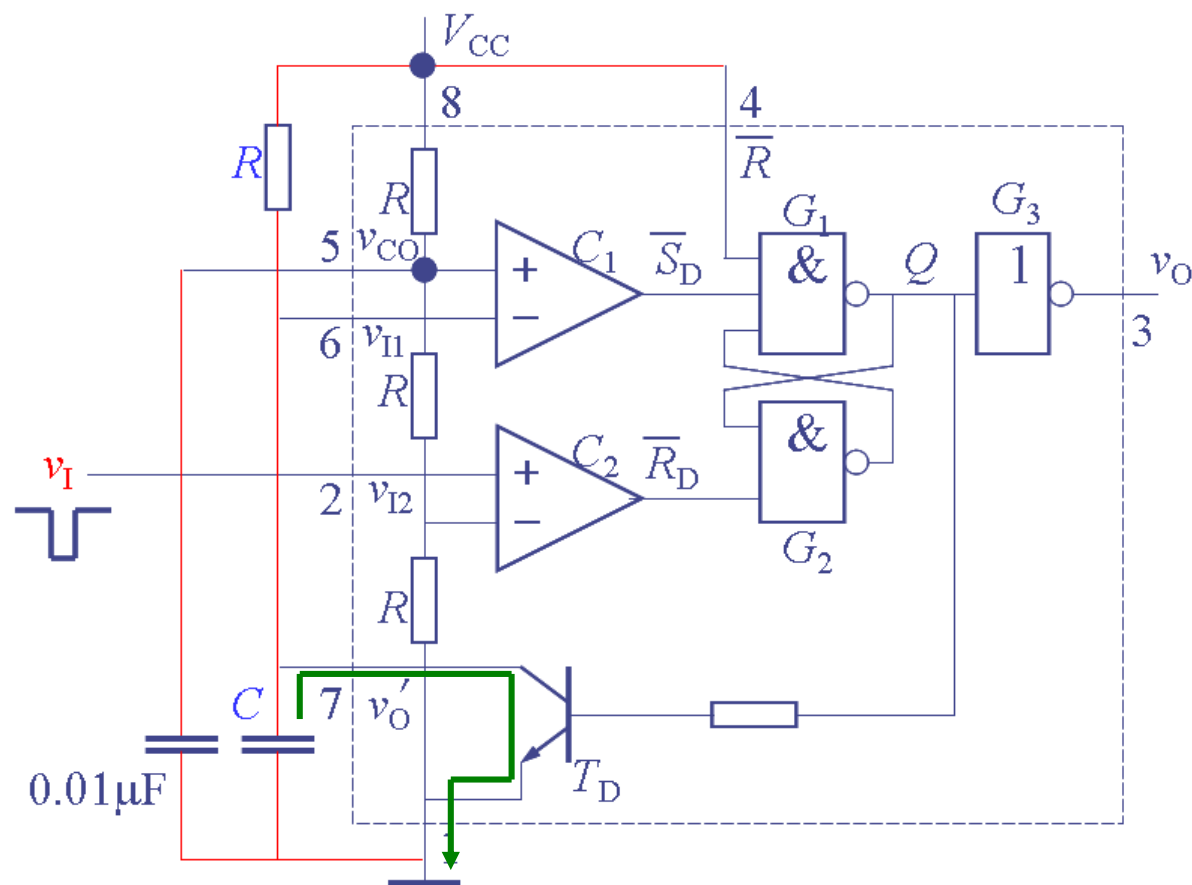
❖ **暂稳态** 定时电容 C 充电，两端电压上升，充电路径为 $V_{CC} \rightarrow R \rightarrow C \rightarrow$ 地，充电时间常数 $\tau_{\text{充}} = RC$ ，电路**暂稳态**期内，输出 $v_O = V_{OH}$

❖ **自动返回**
当电容 C 上电压上升到 V_{T+} 时， T_D 饱和，充电停止，定时结束，暂稳态结束



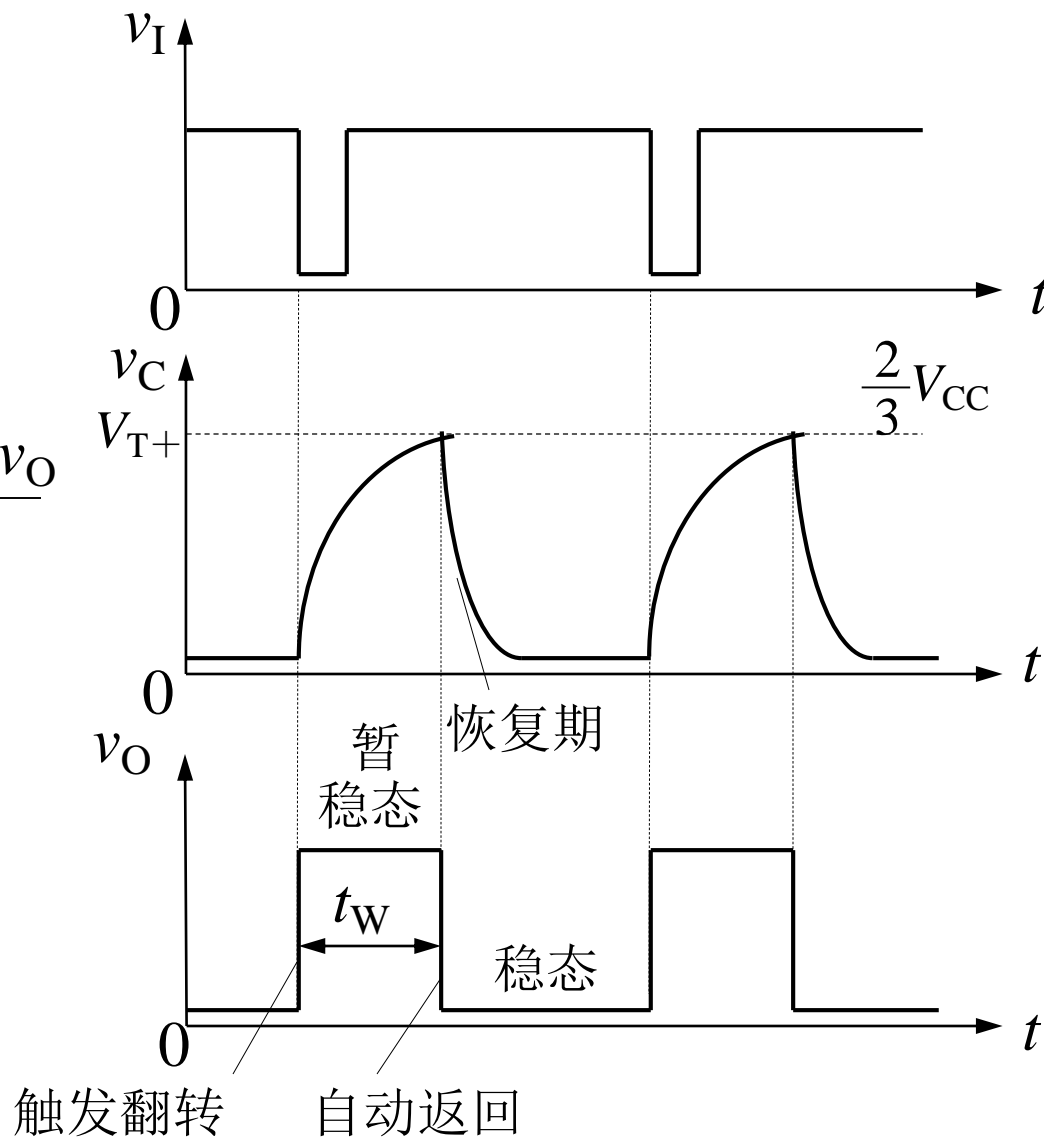
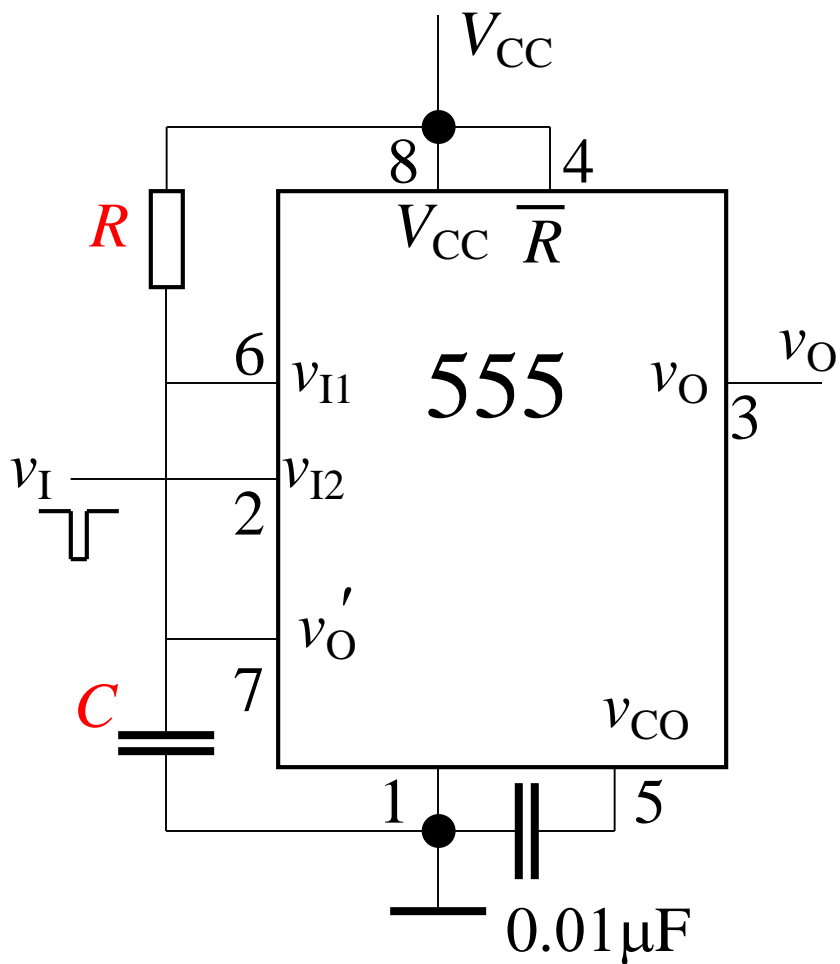
工作原理

❖ 恢复阶段 电容 C 经 T_D 放电，放电时间常数
 $\tau_{\text{放}} = r_{\text{CES}} C$ ，放电至 $0V$ 后电路又处于稳态



7.3.2 用555定时器构成单稳态触发器

工作原理



主要技术参数的估算

❖ 输出脉宽 t_W （暂稳态持续时间，定时时间）

$$t_W = \tau_{\text{充}} \ln \frac{v_{(\infty)} - v_{(0)}}{v_{(\infty)} - v_{(t)}} = RC \ln \frac{V_{CC} - 0}{V_{CC} - \frac{2}{3}V_{CC}} = 1.1RC$$

单稳态触发器的定时作用

❖ 恢复时间 t_{rf}

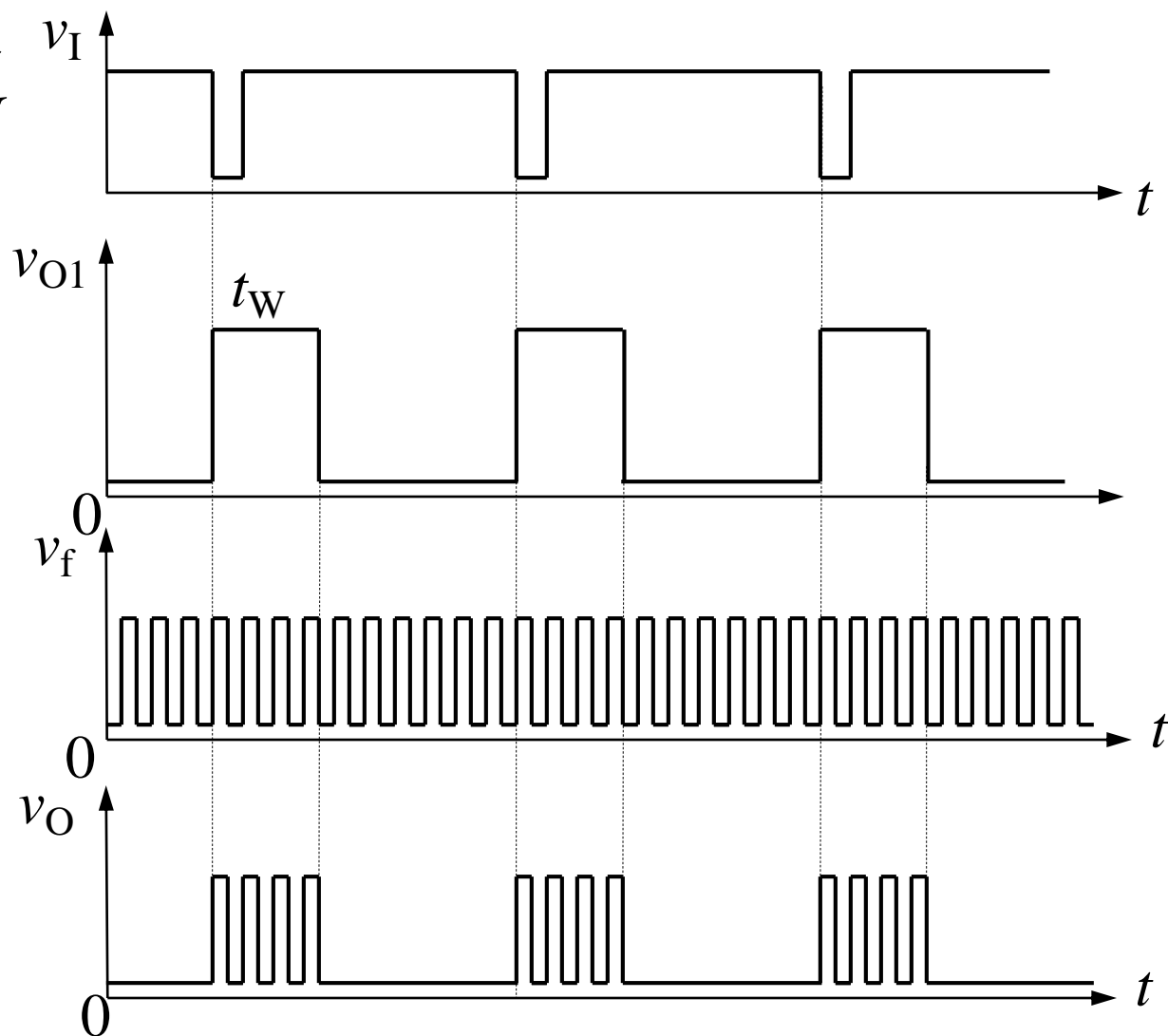
$$t_{rf} \approx (3 \sim 5) \tau_{\text{放}} = (3 \sim 5) r_{\text{CES}} C$$

7.3.2 用555定时器构成单稳态触发器

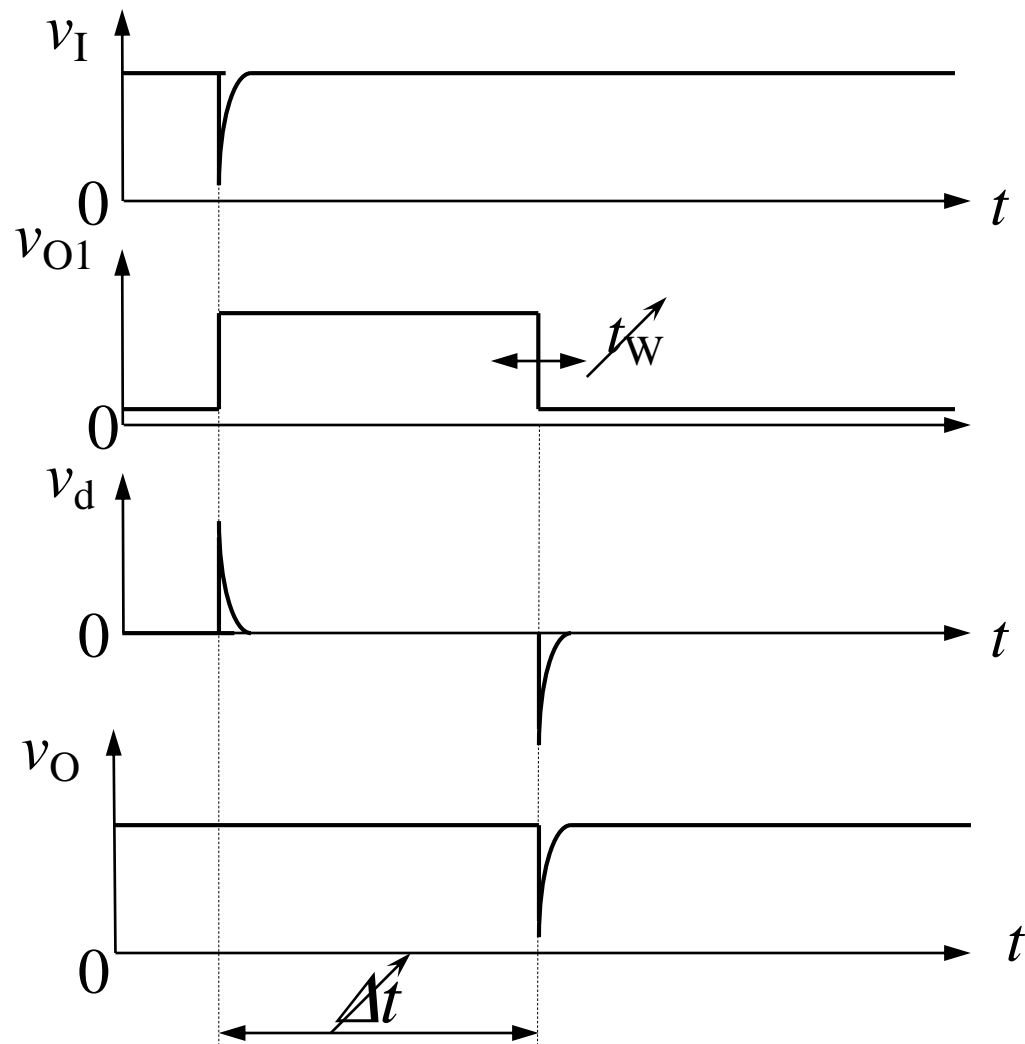
单稳态触发器的应用

脉冲定时选通

与逻辑



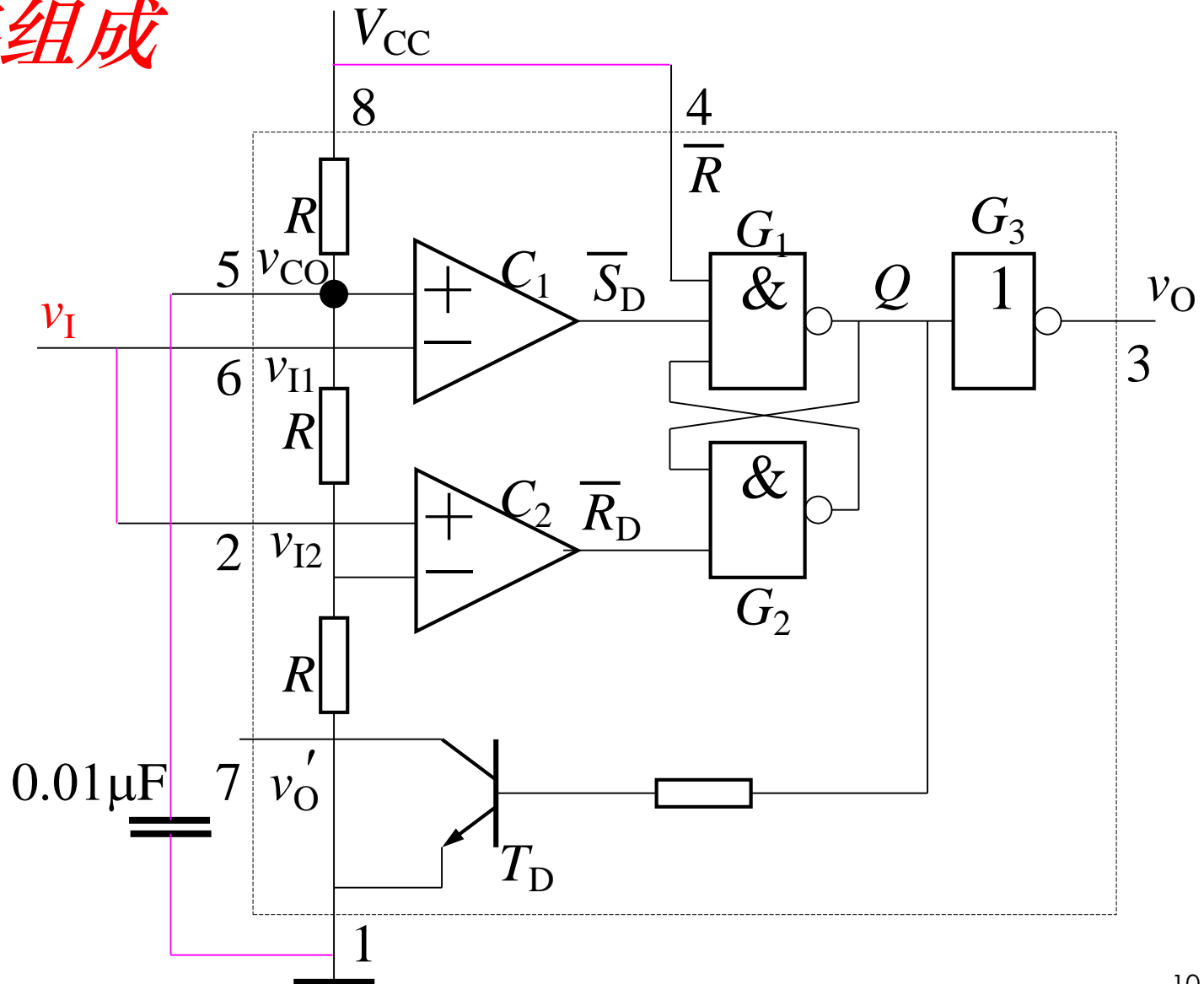
单稳态触发器的应用



脉冲定时延迟

7.3.2 用555定时器构成施密特触发器

电路组成



工作原理

❖ 当 $v_I \geq \frac{2}{3}V_{CC}$ 时, $v_O = V_{OL}$, 此时对应的输入电压为 V_{T+} , 称为**接通电压** $V_{T+} = \frac{2}{3}V_{CC}$

当 $v_I \leq \frac{1}{3}V_{CC}$ 时, $v_O = V_{OH}$, 此时对应的输入电压为 V_{T-} , 称为**关断电压** $V_{T-} = \frac{1}{3}V_{CC}$

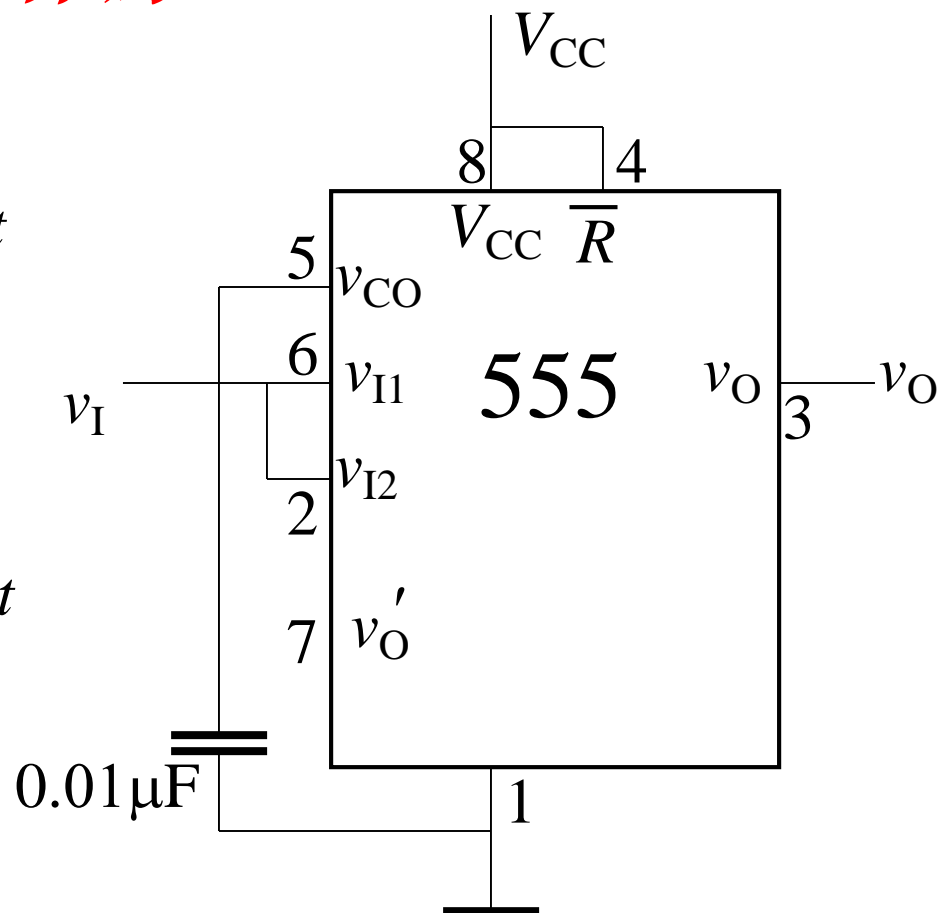
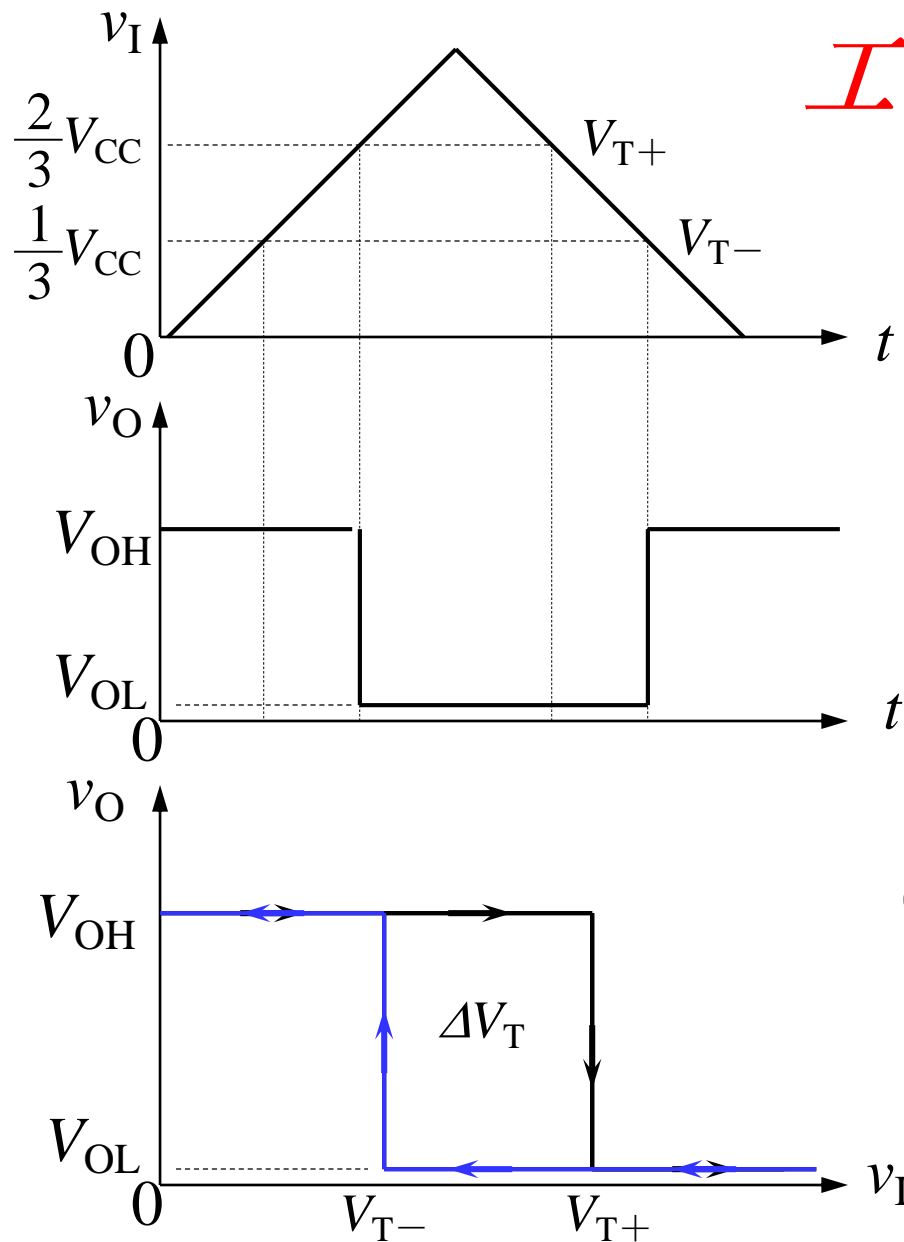
令 $\Delta V_T = V_{T+} - V_{T-} = \frac{1}{3}V_{CC}$ 称为**回差电压**
 V_{T+} 、 V_{T-} **与电路参数有关, 而与输入无关**

❖ 输入 v_I 不仅起触发作用, 而且对输出状态的稳定起维持作用

❖ V_{T+} 和 V_{T-} 的不一致性, 即**回差特性**, 是施密特触发器最重要的电气特性

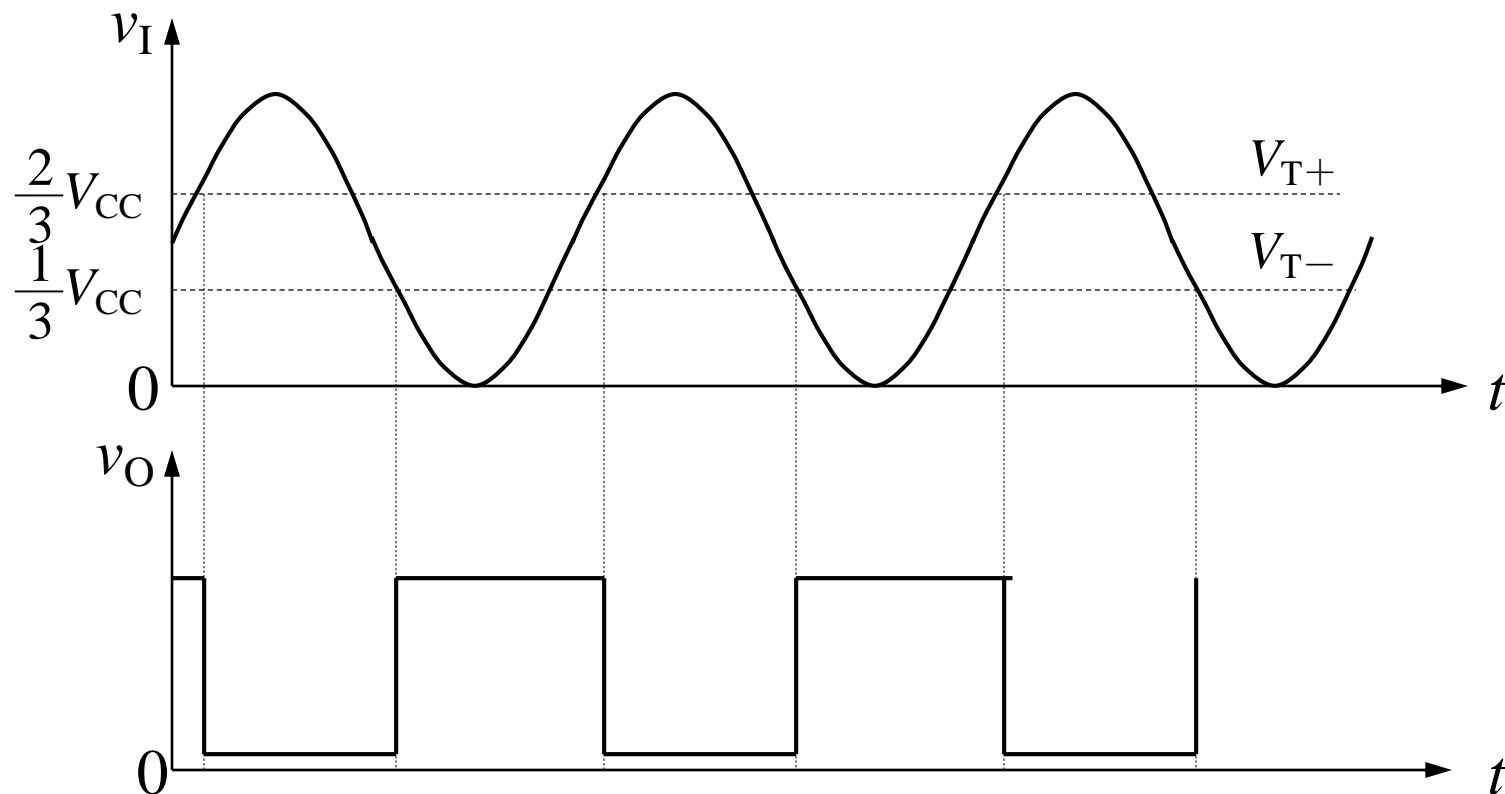
7.3.2 用555定时器构成施密特触发器

工作原理



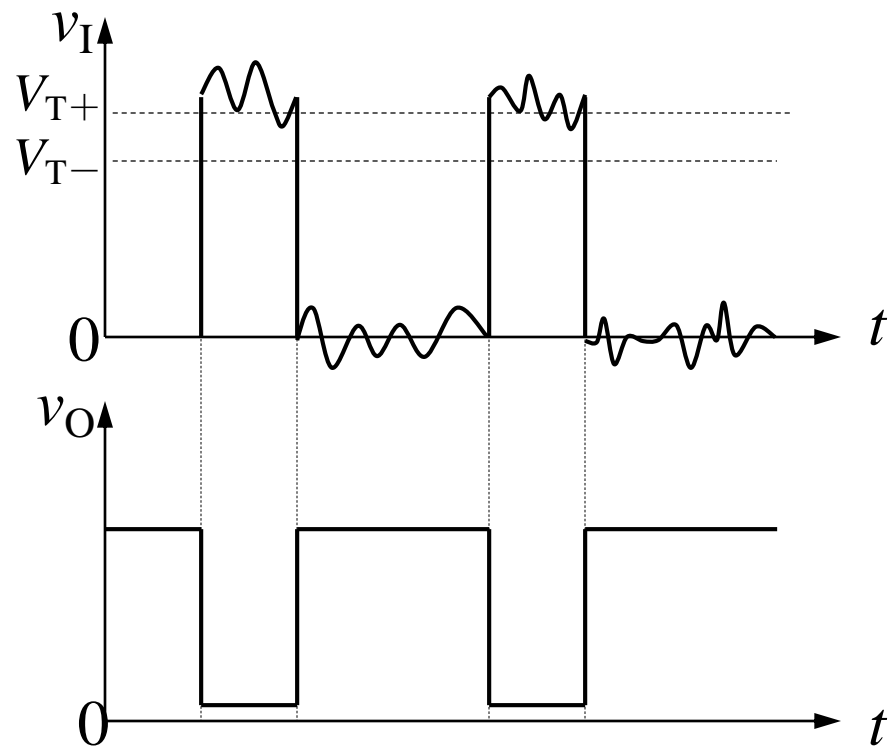
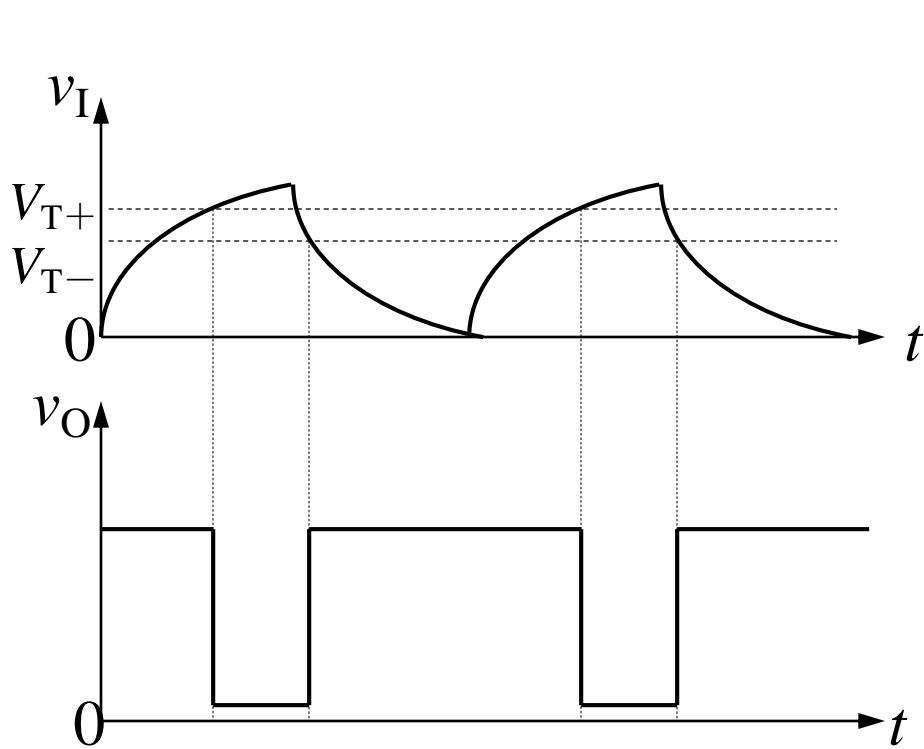
施密特触发器的应用

❖ 波形变换



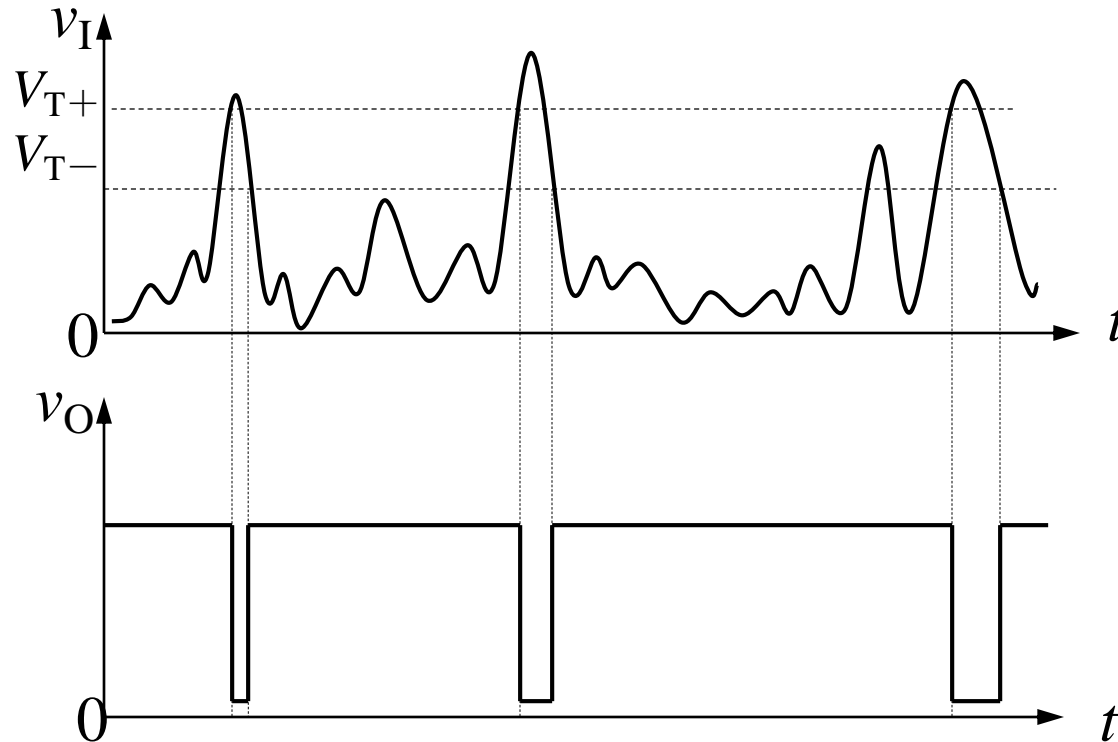
施密特触发器的应用

❖ 脉冲整形



施密特触发器的应用

❖ 脉冲鉴幅

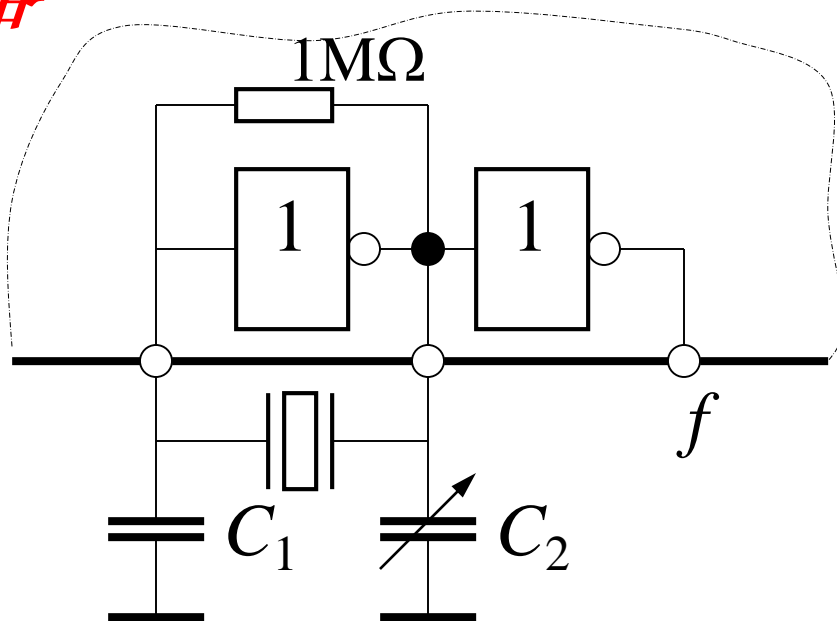
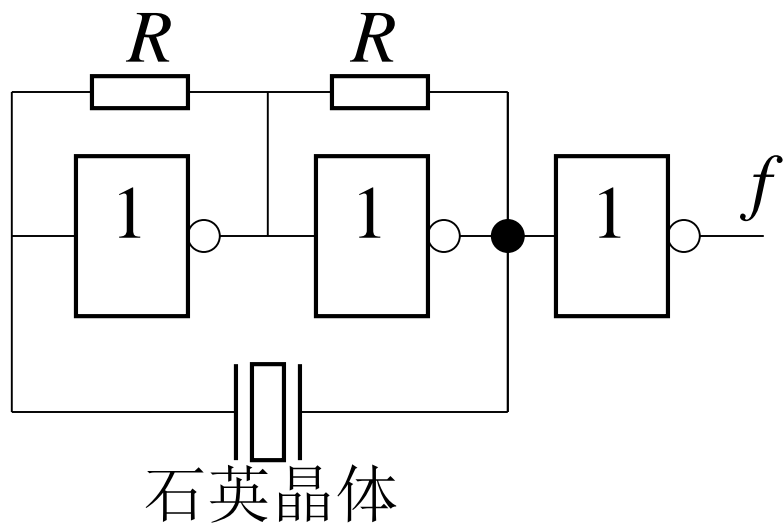


关于石英晶体稳频振荡器

555定时器或集成门构成的RC脉冲振荡器存在的共同性问题

- ❖ 振荡器状态的转换时间，都发生在电容充放电速度缓慢变化的时段，因此转换电平的微小变化都会导致转换时间的提前和滞后，从而引起振荡周期的较大变化
- ❖ 温度变化、电源电压波动、外界干扰等都可能是引起转换电平小变化的原因
- ❖ RC脉冲振荡器不能用于对频率要求较高的数字系统，因此应当采取稳频措施

石英晶体稳频振荡器



石英晶体稳频振荡器的特点

- ❖ 输出频率仅与石英晶体的固有振荡频率有关，与 R 、 C 及其它元件无关
- ❖ 输出频率稳定度极高可达 10^{-7} 以上
- ❖ 可直接产生占空比50%的矩形脉冲
- ❖ 电路简单可靠