

§7.3 单稳态触发器

One-Shots (Monostable Multivibrators)

单稳态触发器

- ① 一个稳定状态，一个不稳定状态（暂稳态）
- ② 单稳态触发器通常处于稳定状态，在触发时变到不稳定状态
- ③ 不稳定状态持续 T_w 时间后，自动回到稳定状态

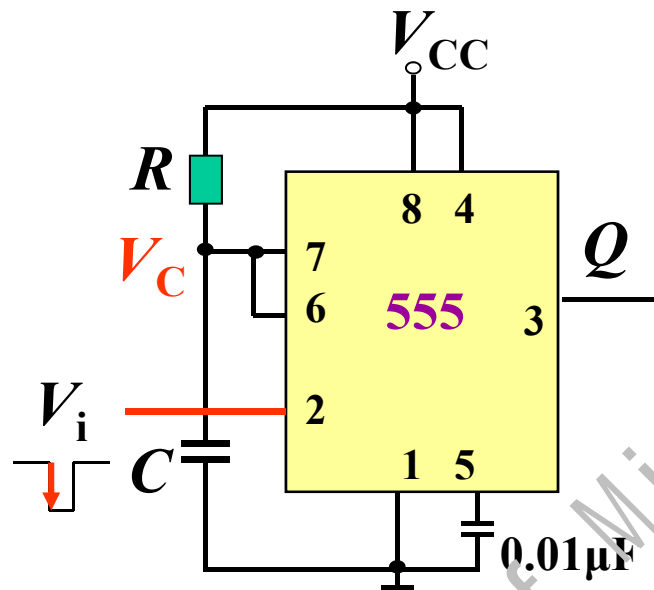
T_w 取决于定时元件



1: 一次触发不可重复触发

§7.3.1 555 定时器构成的单稳态触发器

555 Timer Connected as an One-Shot



6,7 脚相连

2 脚（触发端）接输入 V_i ,

非触发时为高电平, 下降沿(低电平)触发

R, C 定时元件

电容隔直, 故 V_{CO} 悬空, 防止引入干扰, 既非1, 也非0

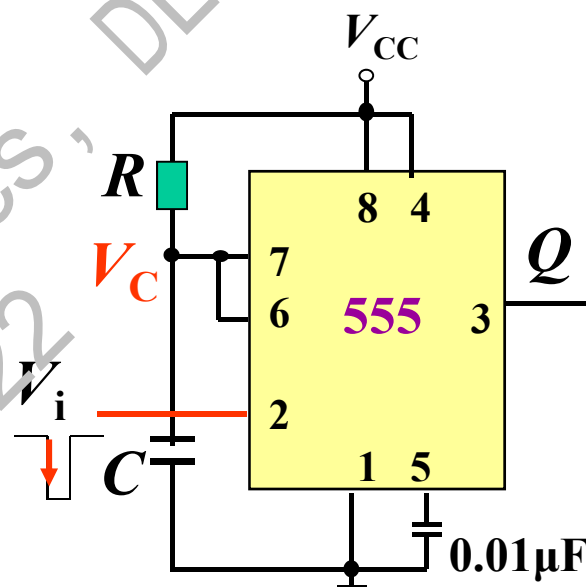
确定电路的稳定状态

设 $Q=0$, $\bar{Q}=1$,

放电管 T 导通, 7 → 地

7, 6 → GND, ($V_6 < \frac{2}{3} V_{CC}$)

$V_i=1$, ($V_2 > \frac{1}{3} V_{CC}$) Q 保持, $Q=0$



设 $Q=1$, $\bar{Q}=0$, T 截止, 7 → 开路

V_{CC} 向 C 充电, V_C 升高, 当 $V_C > \frac{2}{3} V_{CC}$, $Q=0$

$\bar{Q}=1$, 放电管 T 导通 (7地) $V_6 < \frac{2}{3} V_{CC}$, $V_2 > \frac{1}{3} V_{CC}$

$Q=0$ 保持

所以, 稳定状态为: $Q=0$

单稳态触发器工作原理

触发前, $Q=0$ (T 导通, 6,7 地)

触发瞬间, $V_i < \frac{1}{3} V_{CC}$ $Q=1$

$\bar{Q}=0$, T 截止 (断开), C 充电

充电路径: $V_{CC} \rightarrow R \rightarrow C \rightarrow \text{地}$

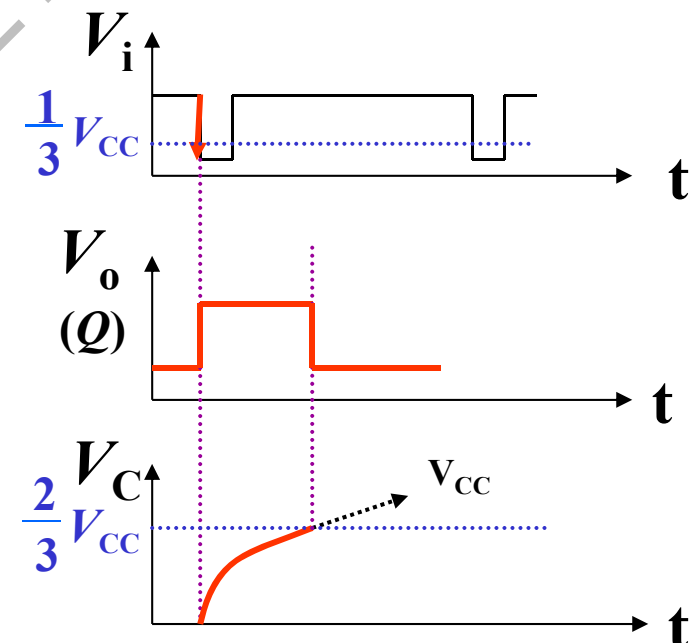
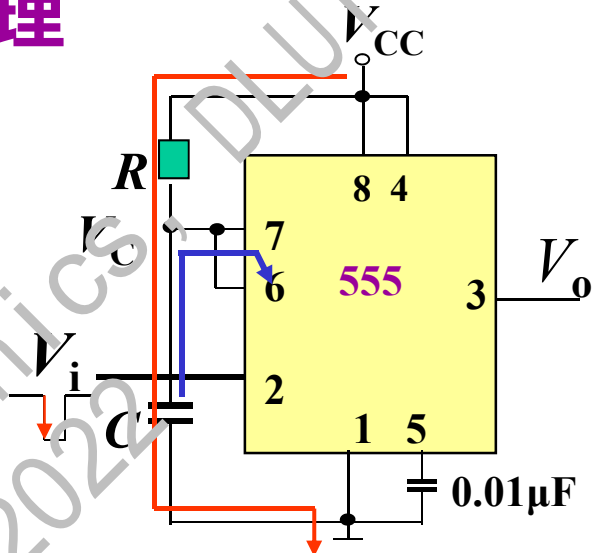
时间常数 $\tau_1 = RC$, C 充电, $V_c \uparrow$

当 $V_C > \frac{2}{3}V_{CC}$ ($V_6 > \frac{2}{3}V_{CC}$)

V_i 早已回到 1 ($V_2 > \frac{1}{3}V_{CC}$)

$Q=0$, $\overline{Q}=1$, T 导通 (地),

C 放电, 路径: $C \rightarrow T \rightarrow \text{地}$



放电时间常数 $\tau_2 = R_{on}C$,

R_{on} : T导通电阻

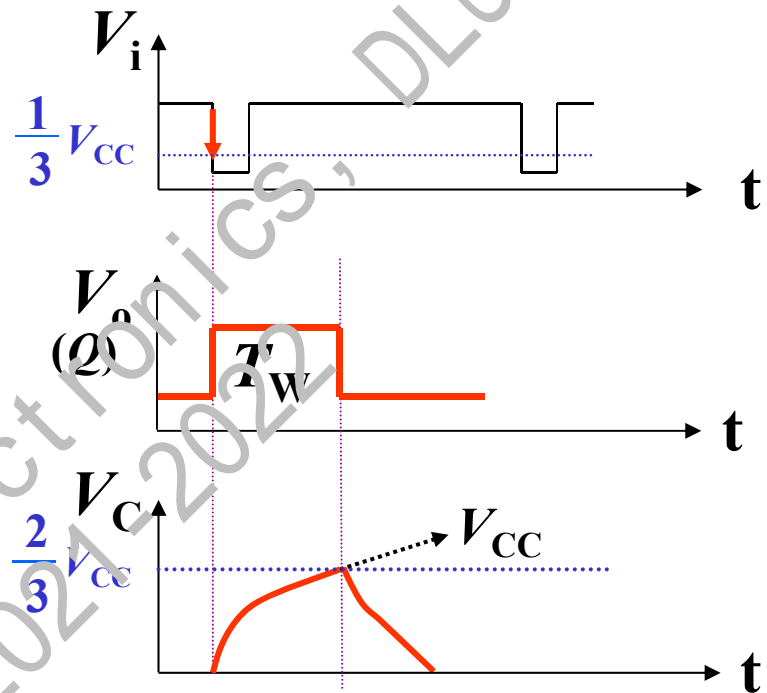
$V_C \downarrow$

暂稳态持续时间 T_w

电容C充电到 $\frac{2}{3}V_{CC}$ 所用时间

$$T_w = RC \ln \frac{V_C(\infty) - V_C(0^+)}{V_C(\infty) - V_C(t)}$$
$$= RC \ln \frac{V_{CC} - 0}{V_{CC} - \frac{2}{3}V_{CC}} = 1.1RC$$

T_w 是重要参数



$$T_w = 1.1RC$$

单稳态触发器的恢复时间 (Recovery Time):

$$T_R = (3 \sim 5)R_{on}C = 4R_{on}C$$

∴ 触发信号最小周期:

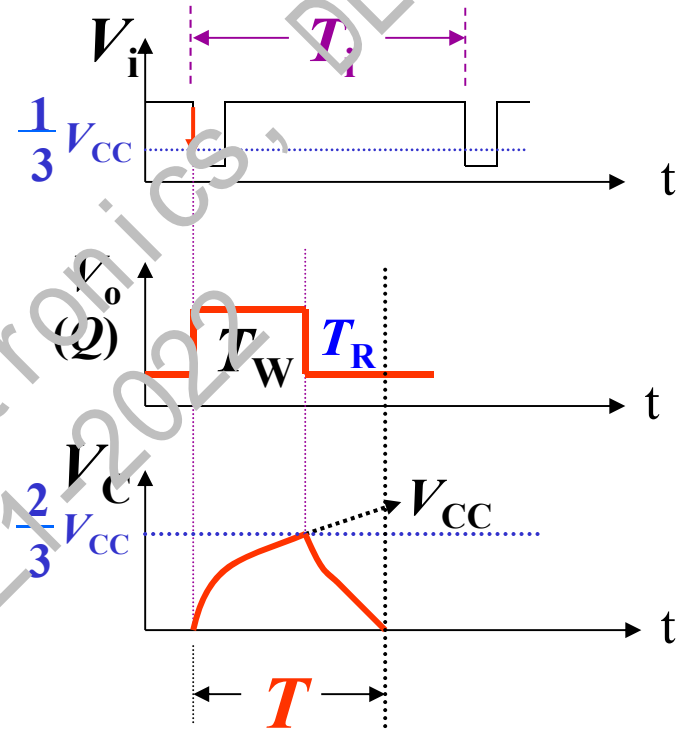
$$T = T_w + T_R = 1.1RC + 4R_{on}C$$

T : resolution 分辨率

触发信号最大工作频率:

$$f = \frac{1}{T}$$

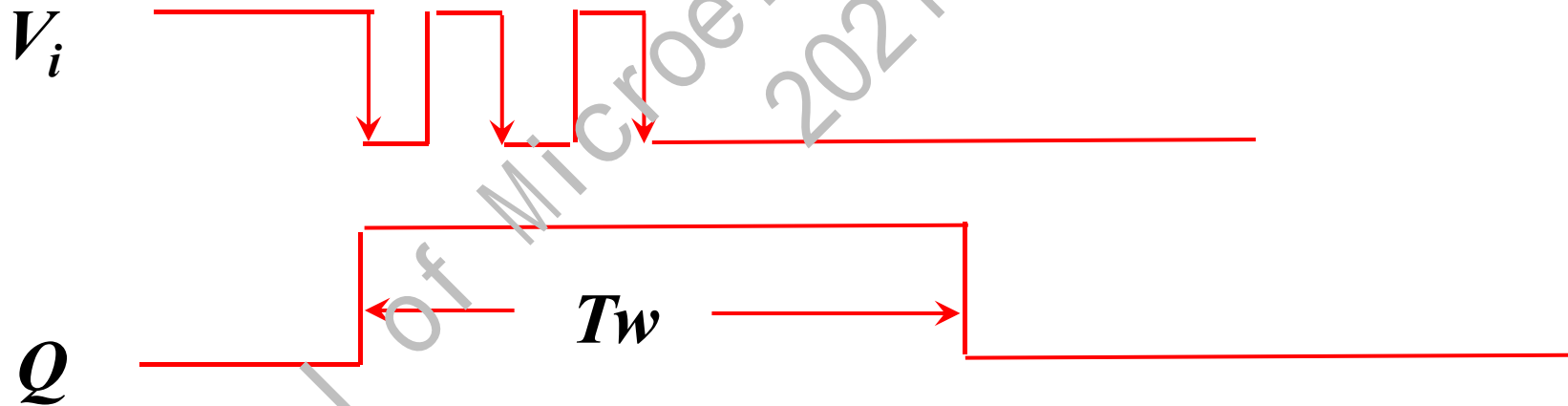
实际触发周期 T_i : $T_i \geq T$



§7.3.2 集成单稳态触发器74121

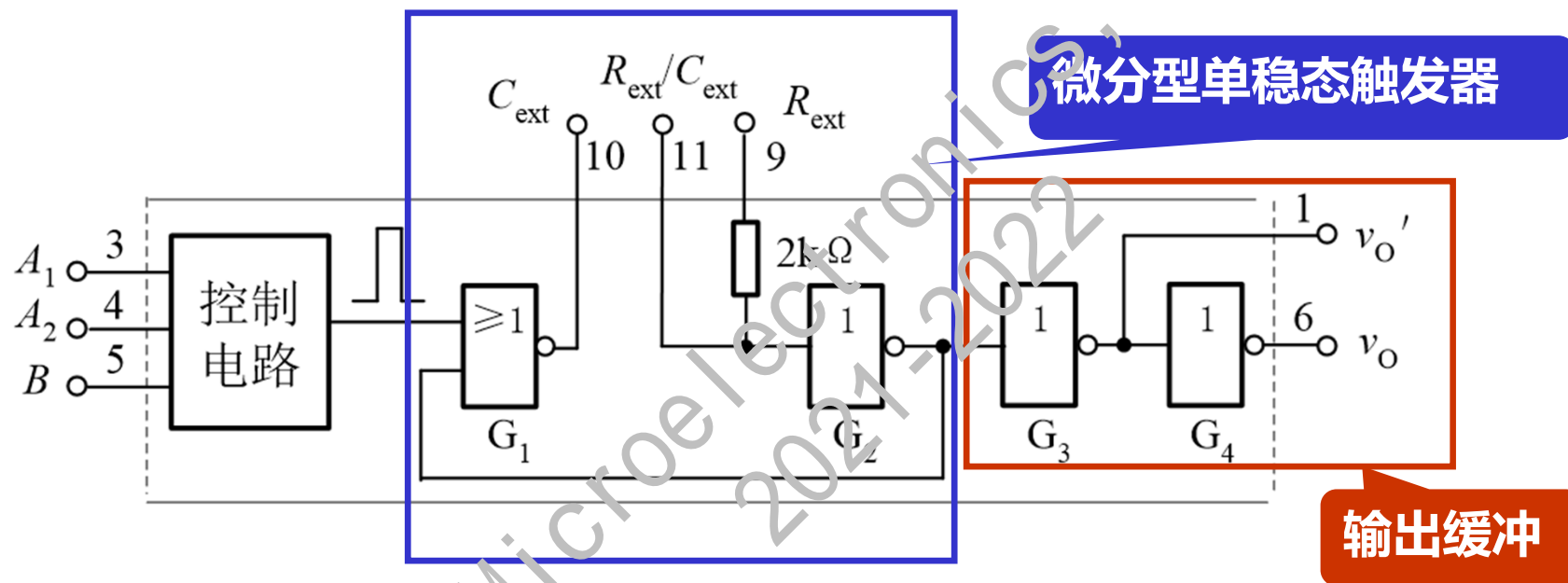
集成单稳态触发器根据电路及工作状态不同可分为可重复触发和不可重复触发两种

非重复触发单稳态触发器74121工作波形图



FF进入暂稳态后, 不再接收新触发信号, 直到 T_w 时间后结束

74LS121原理框图

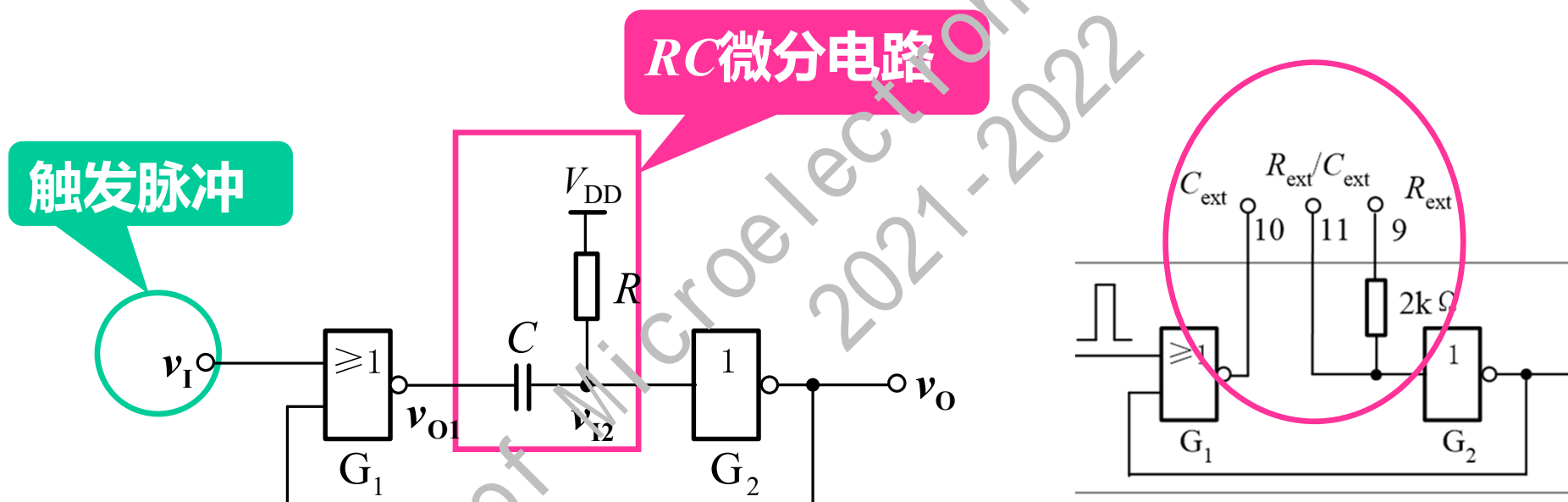


控制电路用于产生窄脉冲。当输入满足以下条件时，控制电路产生窄脉冲：

- (1) 若 A_1 、 A_2 中至少有一个为0时， B 由0 \nearrow 1；
- (2) 若 $B=1$ ， A_1 、 A_2 中至少有一个由1 \nearrow 0。

CMOS或非门构成的微分型单稳态触发器

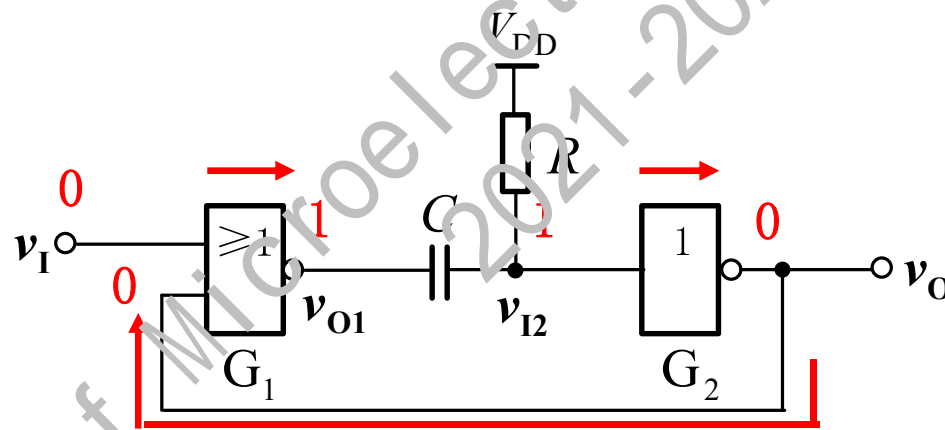
门电路+RC微分电路→微分型单稳态触发器



- G_1 、 G_2 为CMOS或非门
- v_{O1} 、 v_O 分别为 G_1 、 G_2 的输出， v_{I2} 为 G_2 输入

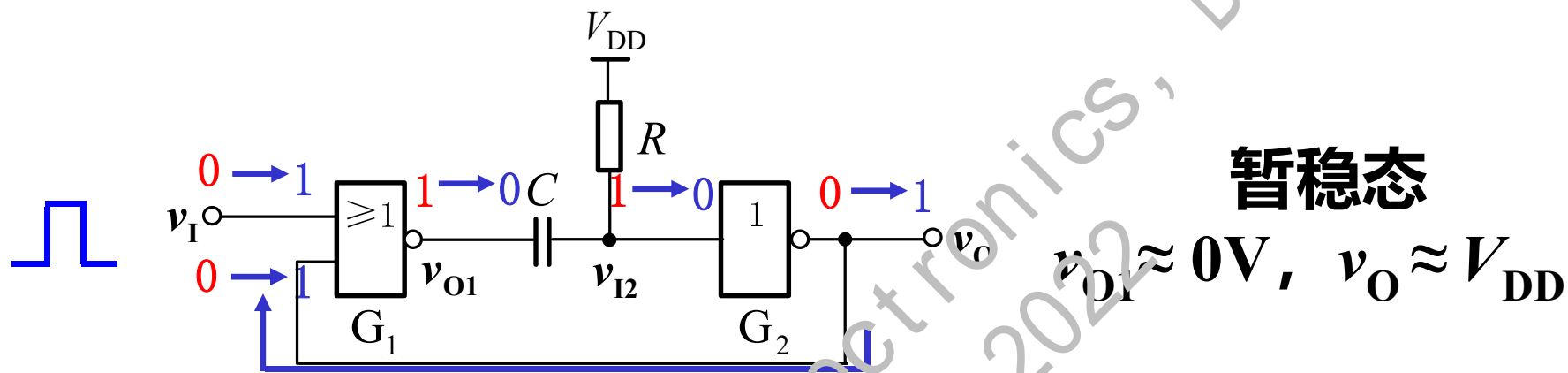
- 单稳态触发器的稳态

无触发脉冲输入, v_I 为低电平, C 没有充放电, 相当于断开

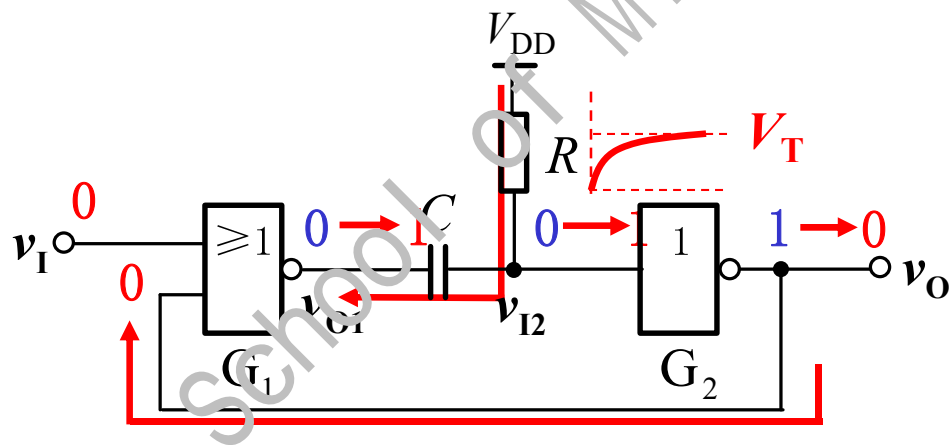


\therefore 触发器的稳态为 $v_{O1} \approx V_{DD}$, $v_O \approx 0V$ 。此时, 电容两端的电压相等, 无充放电

- 当 v_I 加一正脉冲时，由稳态进入暂稳态

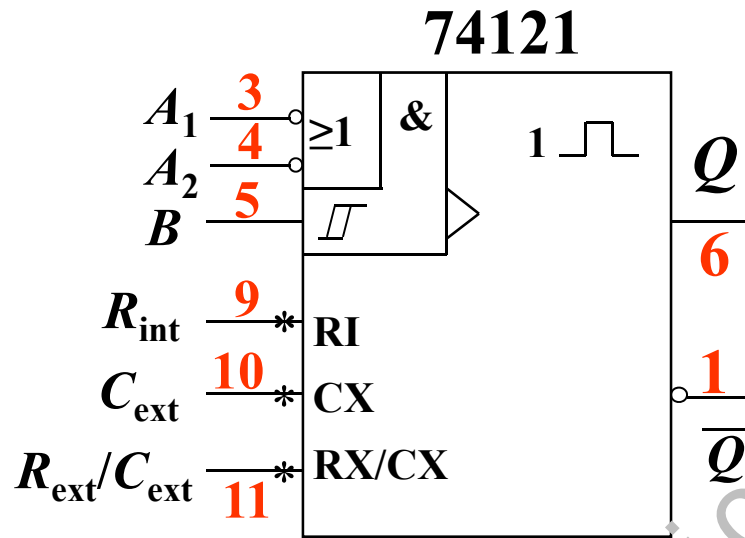


- 暂稳态自动回到稳态



V_{DD} 通过电阻向电容 C 充电， v_{I2} 逐渐上升，当 v_{I2} 上升到 $V_{DD}/2$ 时， $v_O \approx 0V$ ， $v_{O1} \approx V_{DD}$ ，电路回到稳态

IEEE 符号



7 GND, 14 V_{CC} ,

2, 8, 12, 13 空

输入 (触发):

$\begin{cases} A_1, A_2 & \text{低有效 “或”} \\ B & \text{高有效, Schmitt} \end{cases}$










R_{int} : 内电阻 (不用时悬空)

C_{ext} : 外接电容

R_{ext}/C_{ext} : 共用

* 非数字信号, 接 R, C

74121 功能表

B	A_2	A_1	Q	\bar{Q}	功 能
0	×	×	0	1	保持（处于稳态）
×	1	1	0	1	
↑	×	0			用B正边沿触发
↑	0	×			
1	1	↓			用A负边沿触发
1	↓	1			
1	↓	↓			

(1) 稳定状态 ($Q=0$)

3变量 (A_1, A_2, B)

→ 8 个组合

8 个状态都是稳定状态

(2) 暂稳态

① $B = 1$, A_1 和 A_2 至少有一个为下降沿, 另一个为高电平

② $A_1 \cdot A_2 = 0$, B 上升沿

(3) 定时元件接法

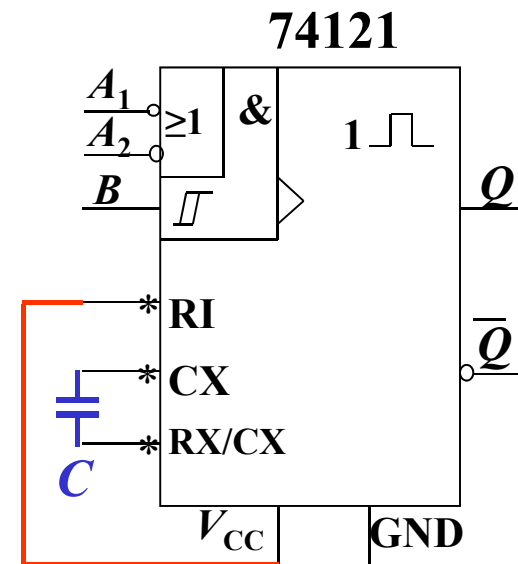
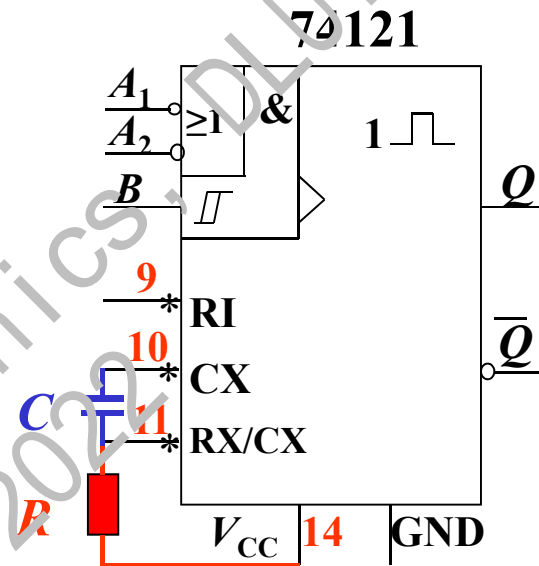
定时元件 R, C

外接 $\begin{cases} R: RX \sim V_{CC} \text{ 之间} \\ C: CX \sim RX \text{ 之间} \end{cases}$

内接 $\begin{cases} R_{int} (RI): R_{int} = 2 \text{ k}\Omega \\ RI \sim V_{CC} \text{ (内接电阻)} \\ C: CX \text{ (外接电容)} \end{cases}$

74121 暂稳态时间

$$T_w = 0.7RC$$



§7.3.3 单稳态触发器应用

1. 波形整形

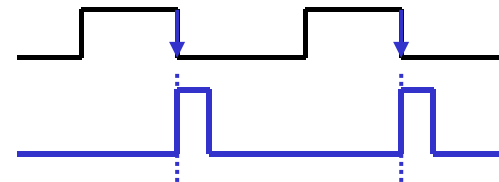
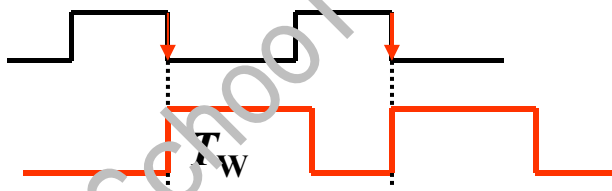
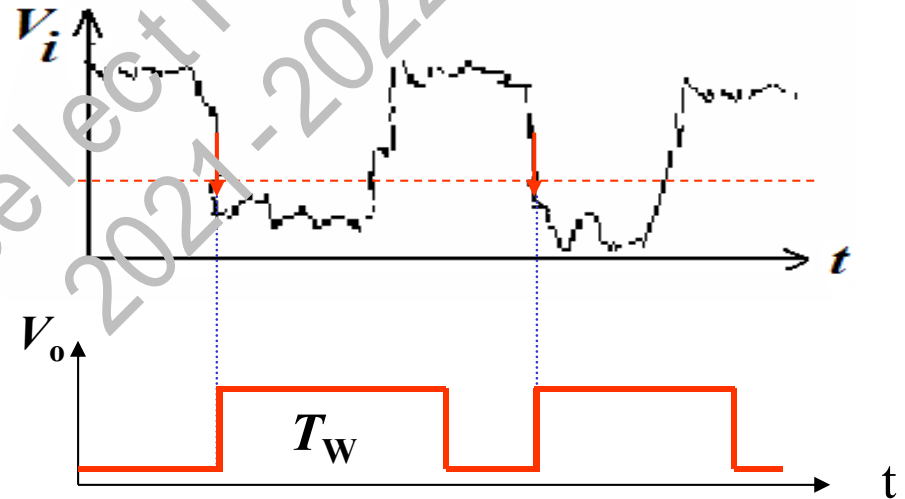
- 把不符合要求的波形整形成 T_w , V_m 一定的脉冲

$$T_w \sim R, C$$

555 定时器单稳态:

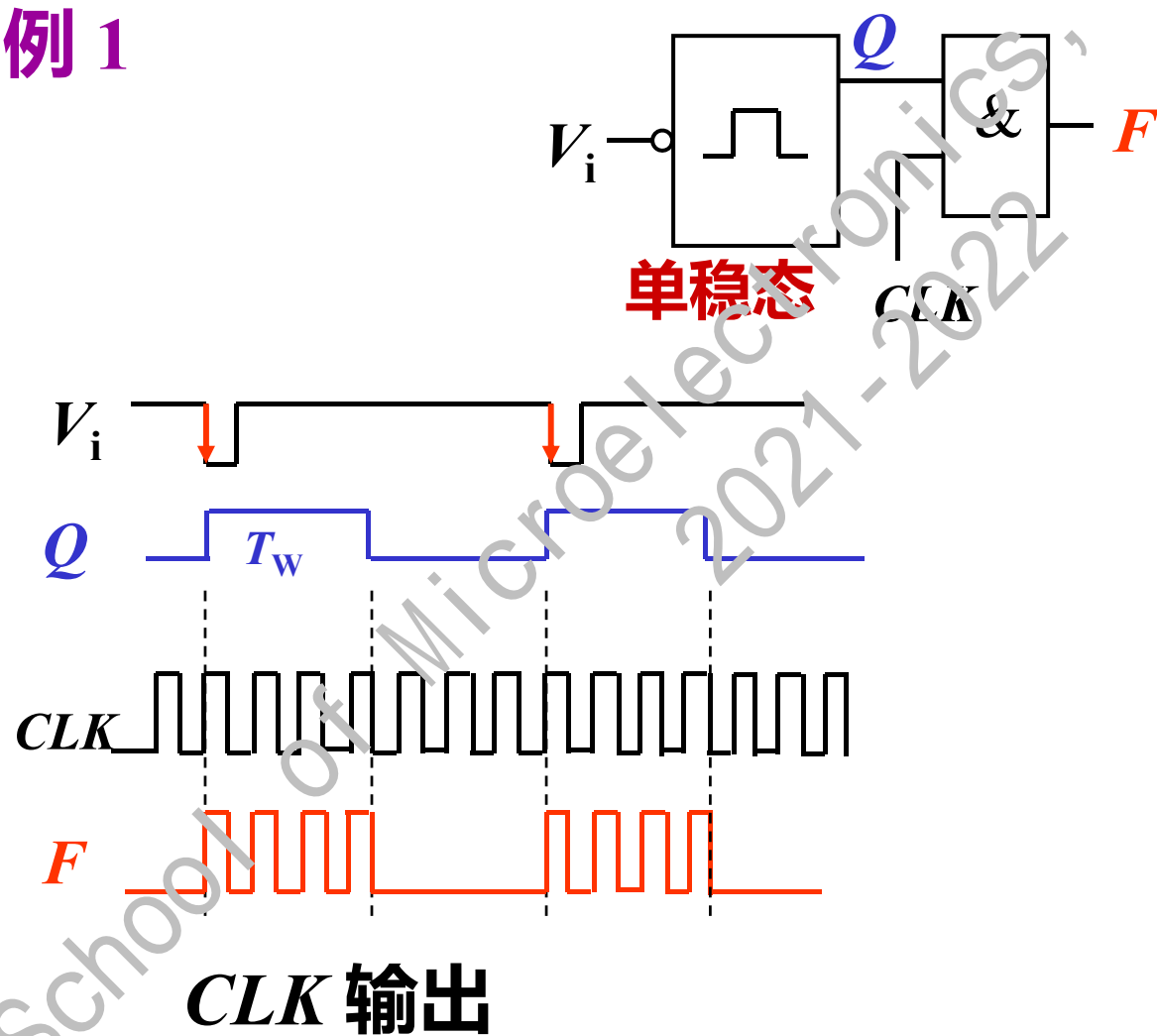
触发 $\left\{ \begin{array}{l} \text{负边沿} \\ < \frac{1}{3} V_{CC} \end{array} \right.$

- 脉冲展宽和变窄

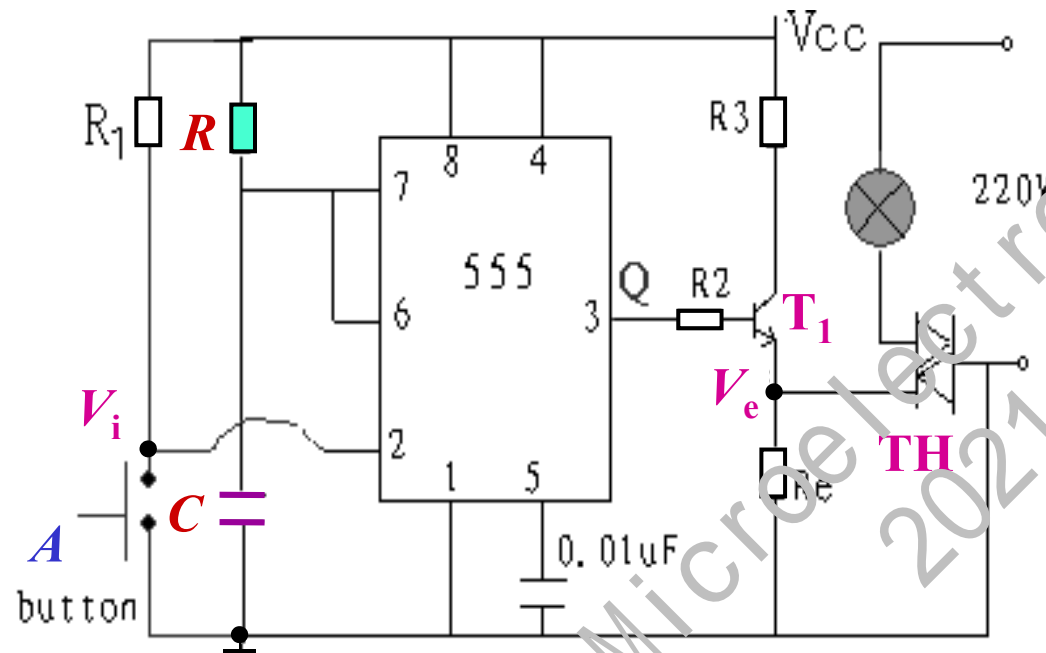


2. 定时

例 1



例 2. 楼道照明灯控制电路



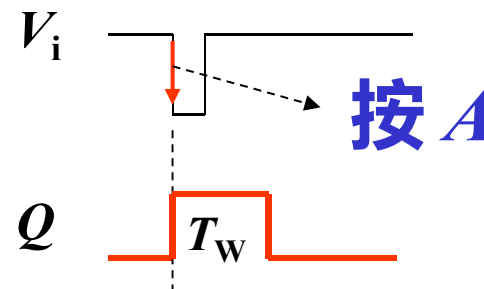
定时元件： R, C
TH: 双向晶闸管

灯亮时间： $T_w = 1.1RC$

工作原理

按A之前, $V_i = 1$,
 $Q = 0$, 稳态,
 T_1 截止, $V_e = 0$,
TH 开路, 灯不亮;

按A, $V_i = 0$, $Q = 1$,
 T_1 导通, $V_e > 0$,
TH 导通, 灯亮.



3. 延时 T_w 下降沿触发下一个电路

例：用基于555定时器的单稳态触发器实现花房自动控制系统：每次喷药2 s，马上喷水15 s

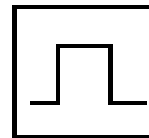
分析：

第一个单稳态 $T'_w = 2\text{ s}$ (喷药)，

T'_w 下降沿触发喷水开关

$T''_w = 15\text{ s}$ (水)。

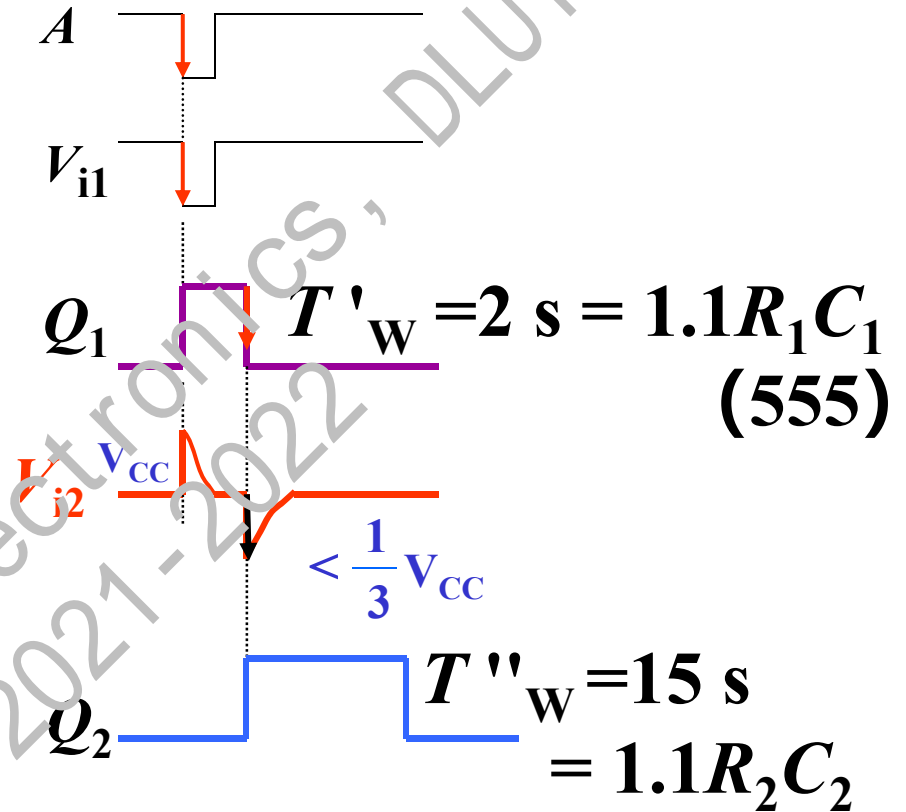
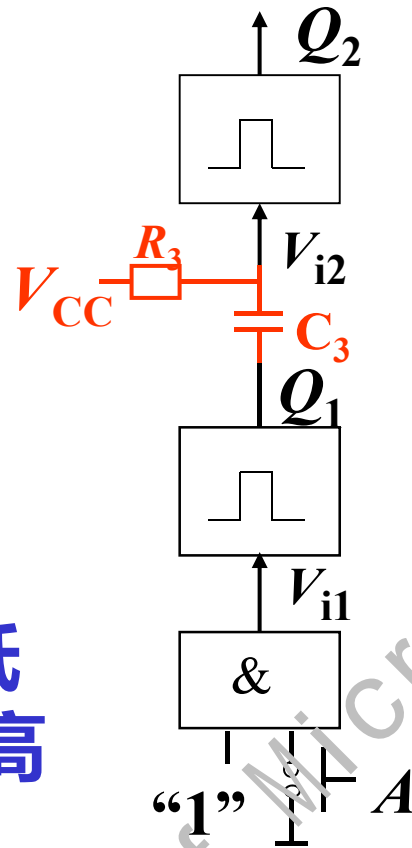
两个单稳态触发器



电路

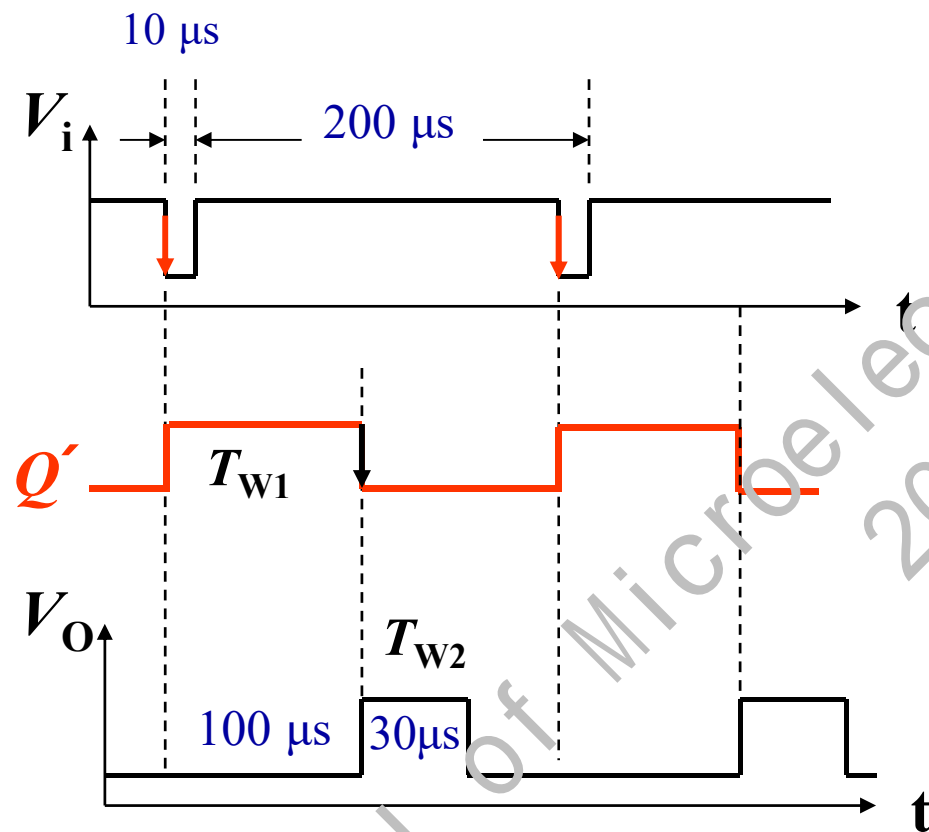
微分电路

按 A : A 低
否则: A 高



- 基于555的单稳态触发器，在 T'_w 后 Q_1 不回到高电平
- 在两个单稳态触发器之间需要一个微分电路，形成一个窄脉冲来触发 T''_w

4. 用 74121 设计电路，其输入输出波形如图所示



分析

在输入和输出间需要一个输出 Q' ，其下降沿触发第二个 74121。

$$\begin{aligned} T_{W1} &= 100 \times 10^{-6} \\ &= 0.7 R_1 C_1 \end{aligned}$$

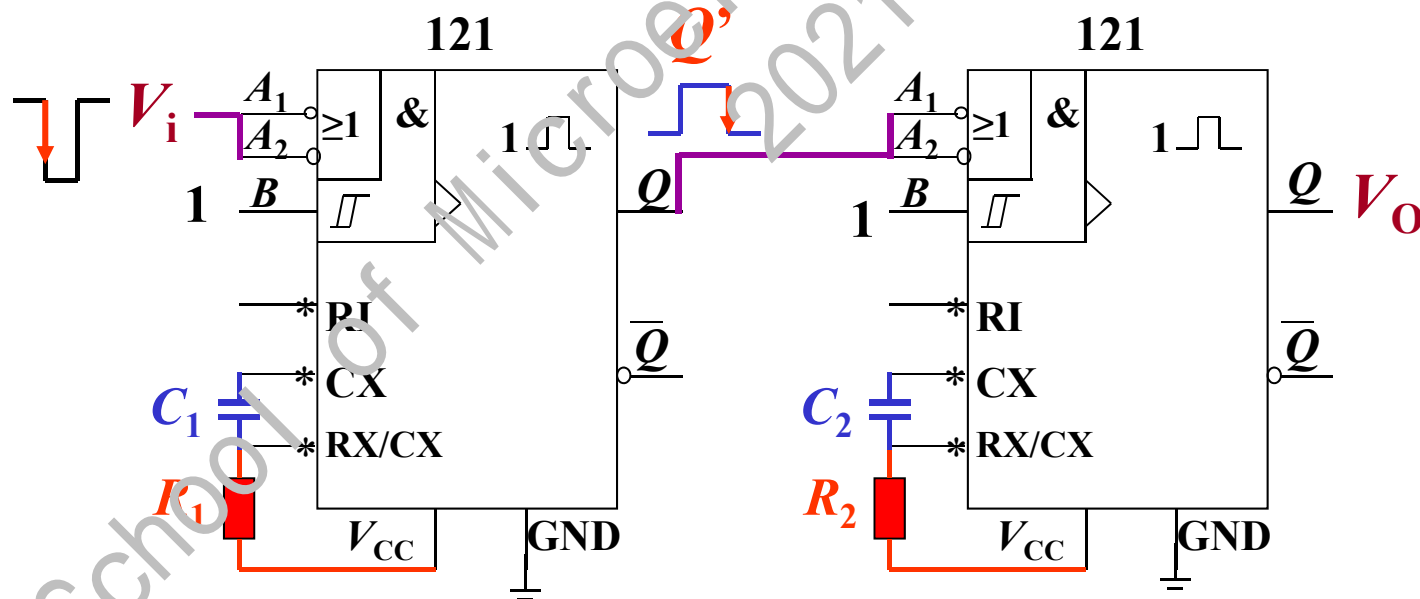
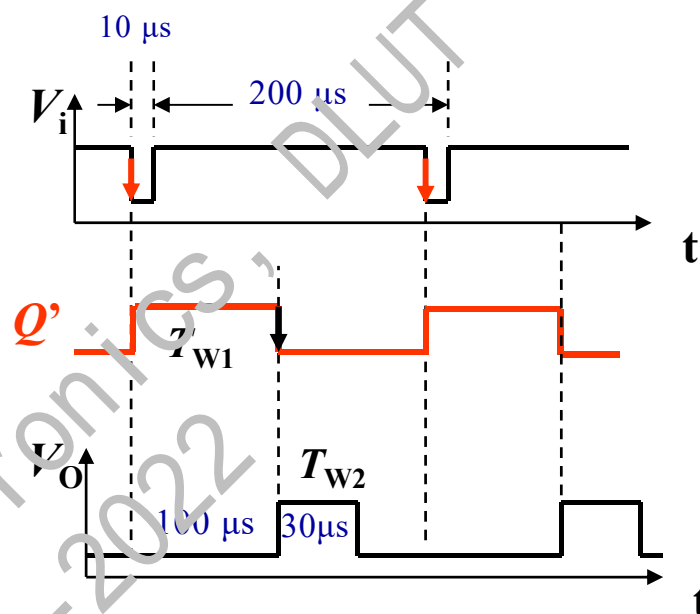
$$\begin{aligned} T_{W2} &= 30 \times 10^{-6} \\ &= 0.7 R_2 C_2 \end{aligned}$$

设 $R_1 = R_2 = 10\ \text{k}\Omega$ ，求 C_1, C_2

电路 方法 1

暂稳态

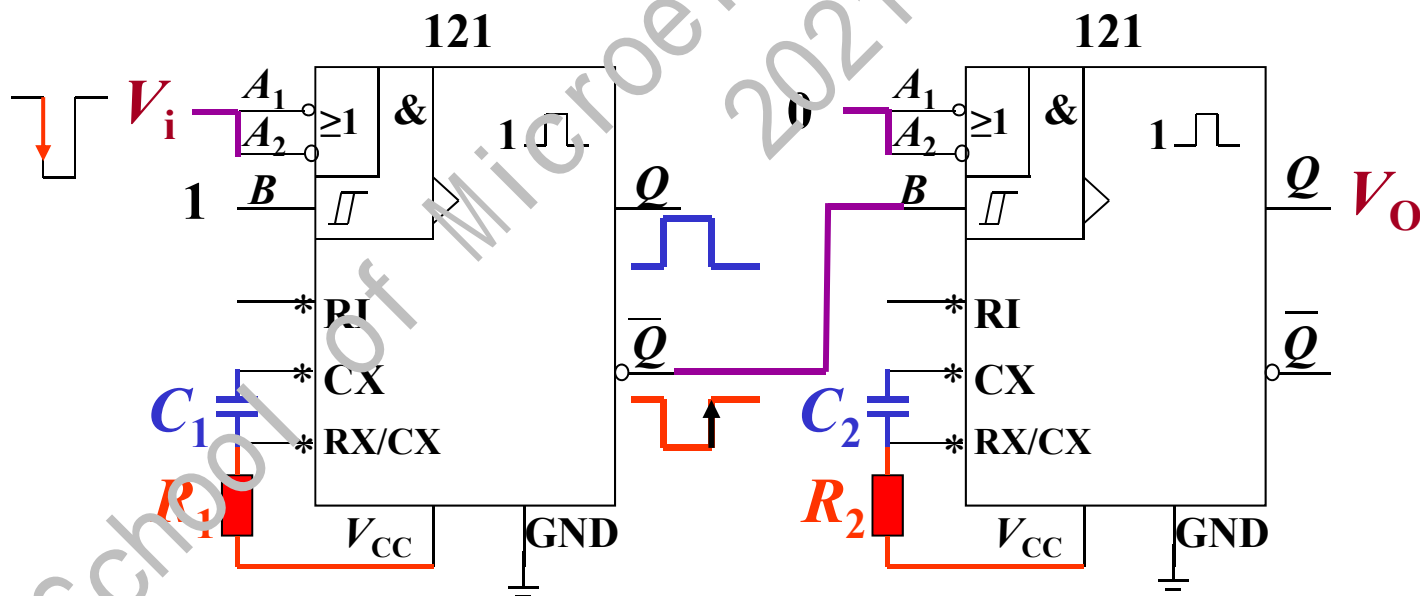
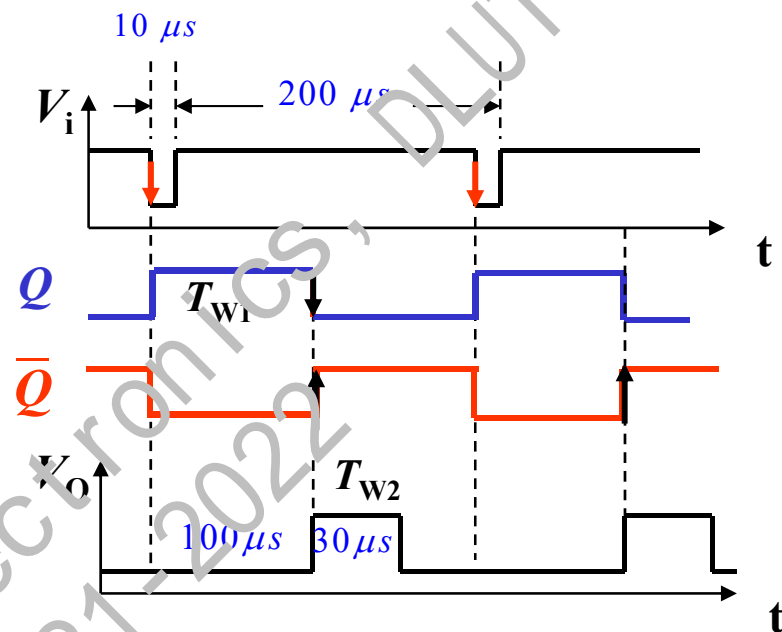
$$\text{I、II} \quad \begin{cases} A_1 = A_2 \\ B = 1 \end{cases}$$



方法 2

暂稳态

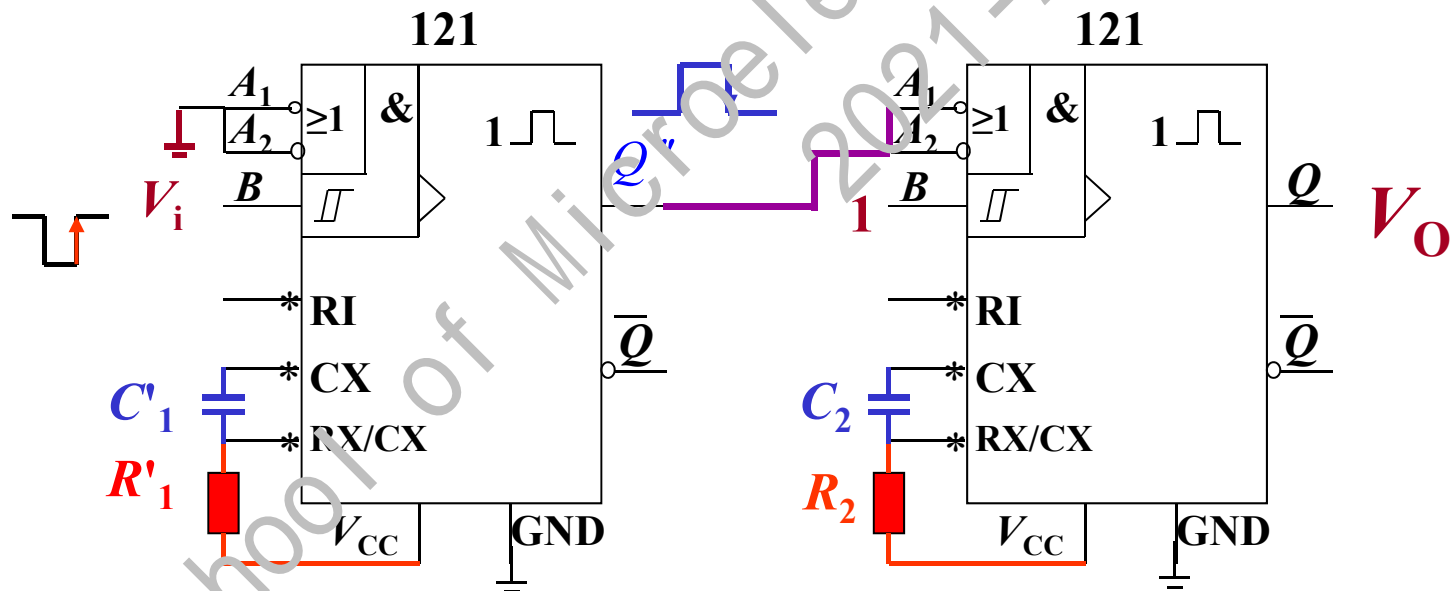
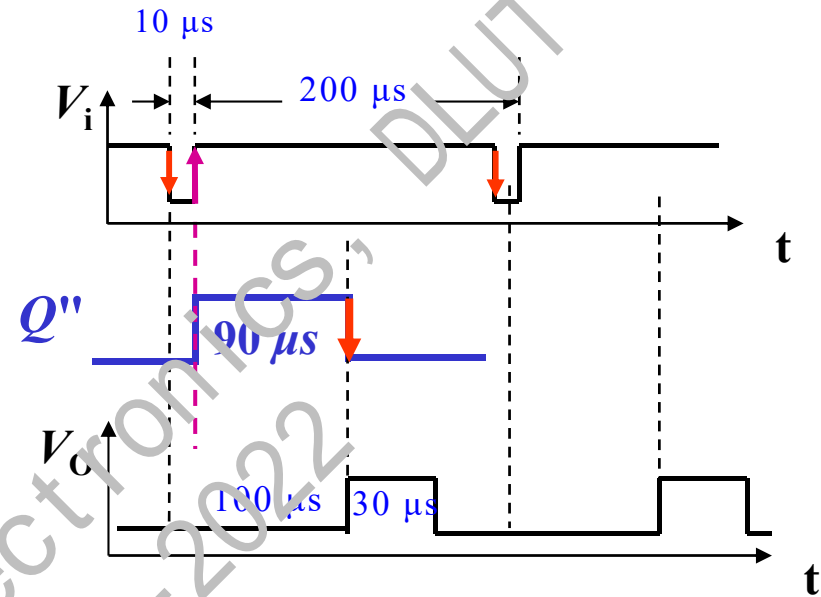
$$\text{II} \left\{ \begin{array}{l} B \\ A_1 \cdot A_2 = 0 \end{array} \right.$$



方法 3

暂稳态

$$\begin{cases} B = 1 \\ A_1 \cdot A_2 = 0 \end{cases} \quad \begin{cases} B = 1 \\ A_1 = A_2 = 1 \end{cases}$$



$$0.7C'_1R'_1 = 90\ \mu\text{s}$$