

# 电工技术与电子技术



## 第3章 电路的暂态分析

主讲教师：王香婷 教授



# RC电路的全响应

主讲教师：王香婷 教授





## RC电路的全响应

主要内容:

**RC**电路的全响应分析; 时间常数的概念。

重点难点:

**RC**电路的全响应中电压、电流的变化规律。



## RC电路的全响应

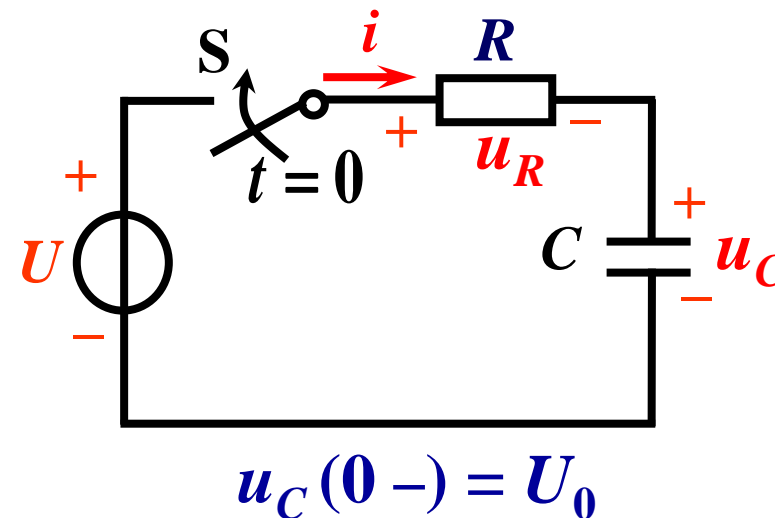
**全响应：**电源激励、电容元件的初始状态均不为零时电路的响应。

### 1. $u_C$ 的变化规律

根据叠加定理

全响应 = 零输入响应 + 零状态响应

$$\therefore u_C = U_0 e^{-\frac{t}{RC}} + U (1 - e^{-\frac{t}{RC}}) \quad (t \geq 0)$$



结论1: 全响应 = 零输入响应 + 零状态响应

全响应

$$u_C = \underbrace{U_0 e^{-\frac{t}{RC}}}_{\text{零输入响应}} + \underbrace{U(1 - e^{-\frac{t}{RC}})}_{\text{零状态响应}} \quad (t \geq 0)$$
$$= \underbrace{U}_{\text{稳态值}} + \underbrace{(U_0 - U)}_{\text{稳态分量}} e^{-\frac{t}{RC}} \quad (t \geq 0)$$

$\underbrace{U_0}_{\text{初始值}} - \underbrace{U}_{\text{暂态分量}}$

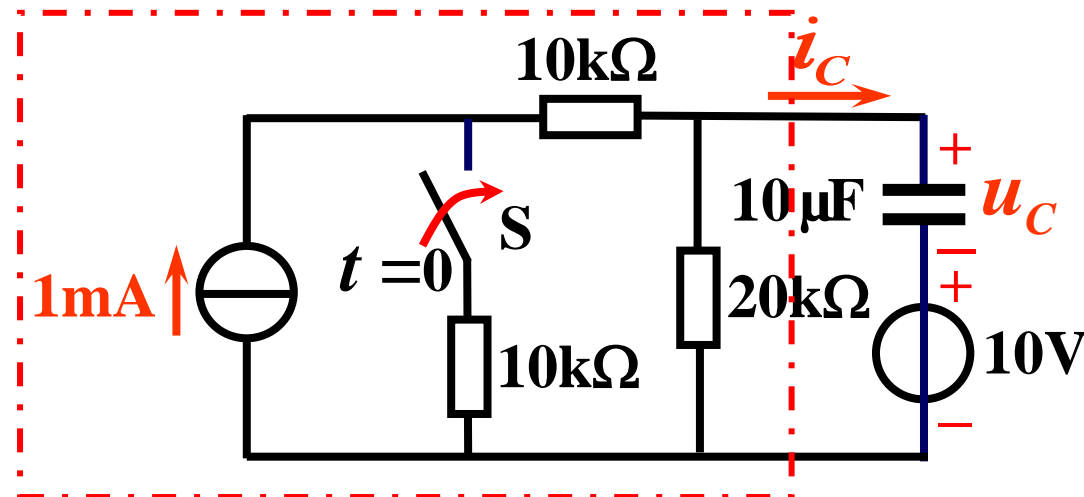
结论2: 全响应 = 稳态分量 + 暂态分量

**例：**电路如图， $t = 0$ 时合上开关 S，合 S 前电路已处于稳态。  
试求电容电压  $u_C$  的变化规律。

**解：**根据换路定则

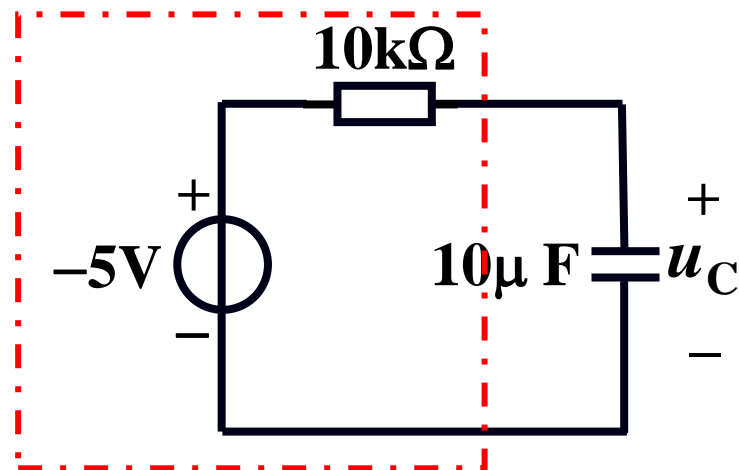
$$\begin{aligned} u_C(0_+) &= u_C(0_-) \\ &= 10^{-3} \times 20 \times 10^3 - 10 \text{ V} = 10 \text{ V} \end{aligned}$$

换路后，将电容以外的有源二端网络用戴维宁定理等效电路替代。



$$\begin{aligned} E &= \frac{10}{10 + 10 + 20} \times 10^{-3} \times 20 \times 10^3 - 10 \\ &= -5 \text{ V} \end{aligned}$$

$$R_0 = \frac{(10 + 10) // 20}{10 + 10 + 20} \times 10^3 = 10 \text{ k}\Omega$$



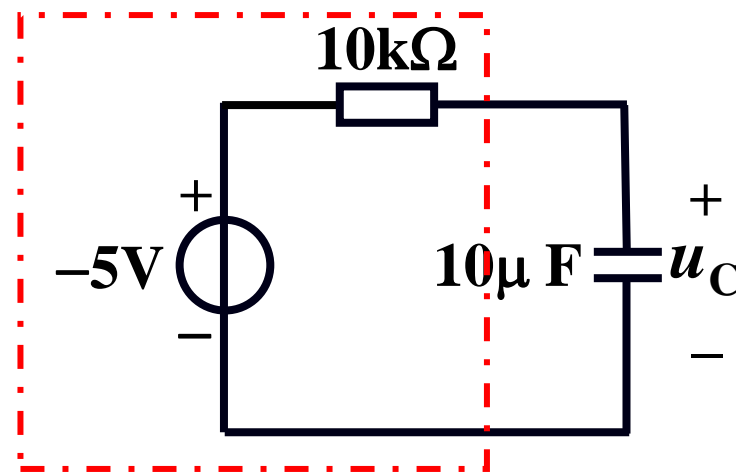
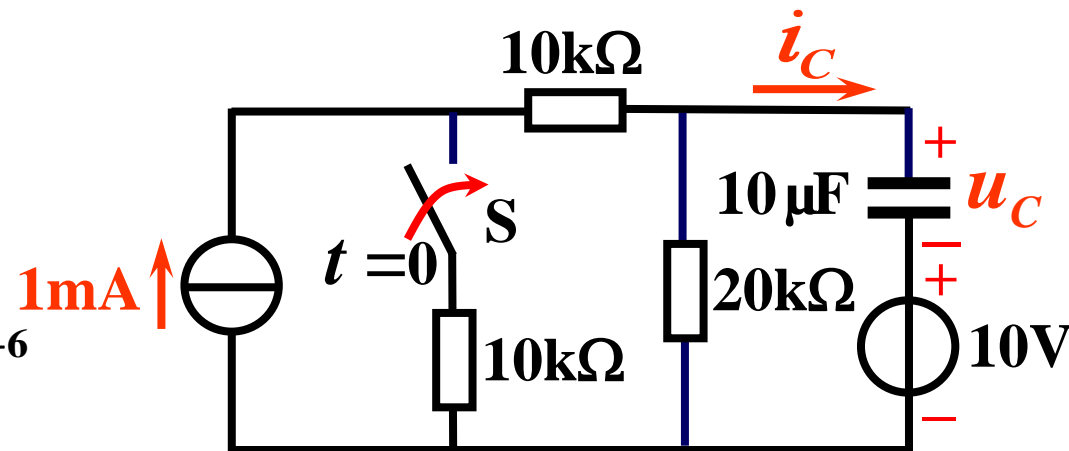
**例：**电路如图， $t = 0$ 时合上开关 S，合 S 前电路已处于稳态。  
试求电容电压  $u_C$  的变化规律。

**解：**电路的时间常数

$$\tau = R_0 C = \frac{(10 + 10) \times 20}{10 + 10 + 20} \times 10^3 \times 10 \times 10^{-6} = 0.1 \text{ s}$$

电容电压  $u_C$  的变化规律

$$\begin{aligned} u_C &= U + (U_0 - U)e^{-\frac{t}{\tau}} \\ &= -5 + [10 - (-5)]e^{-\frac{t}{0.1}} \\ &= -5 + 15e^{-10t} \text{ V} \end{aligned}$$





## 小 结

### 1. 全响应过程中各电压、电流的变化规律

全响应 = 零输入响应 + 零状态响应

$$u_C = U_0 e^{-\frac{t}{RC}} + U (1 - e^{-\frac{t}{RC}}) \quad (t \geq 0)$$

全响应 = 稳态分量 + 暂态分量

$$u_C = U + (U_0 - U) e^{-\frac{t}{RC}} \quad (t \geq 0)$$

### 2. 全响应过程中各电压、电流的变化曲线

