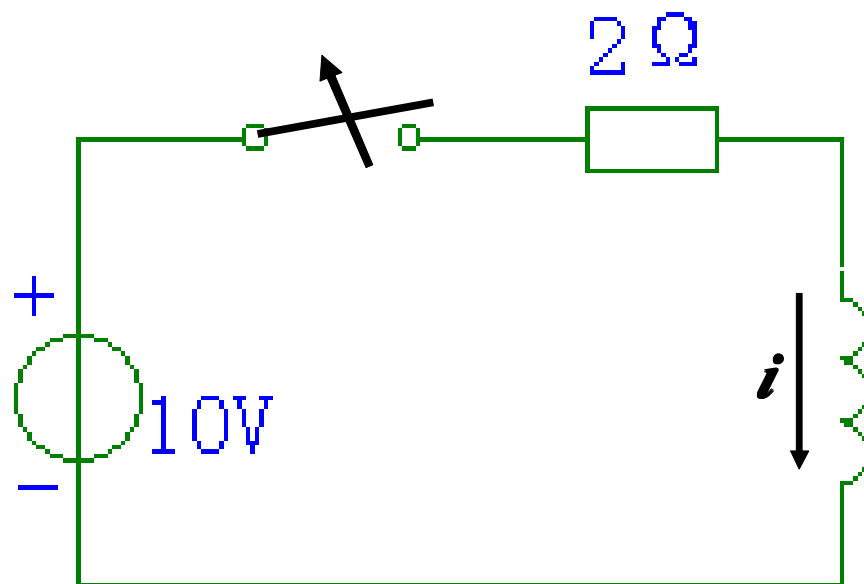


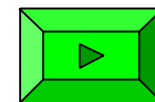
电感性负载断电的情况



电流 i 由 $5\text{A} \rightarrow 0$

电感两端电压 $u \rightarrow \infty$

使空气电离，产生火花。



§6.3 一阶电路的零状态响应

零状态响应

$$\text{初始状态为零} \quad \left\{ \begin{array}{l} L: i_L(0_+) = 0 \\ C: u_C(0_+) = 0 \end{array} \right.$$

能量来源

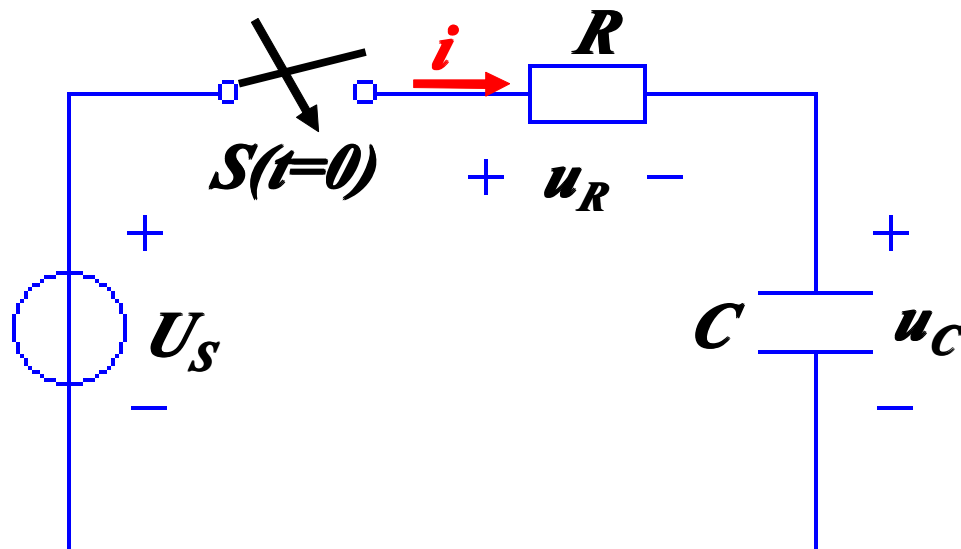
最终终值

外电源输入 $\left\{ \begin{array}{l} \text{直流} \\ \text{交流} \end{array} \right.$ 充电

与电源变化规律相同

二、 RC 电路

1、推导：



换路后： $(t \geq 0_+) : u_C + u_R = U_S$

$$RC \frac{du_C}{dt} + u_C = U_S$$

$$RC \frac{du_c}{dt} + u_c = U_s$$

求解一阶非齐次微分方程

{ 非齐次方程的特 u'_c
 解
 齐次方程的通 u''_c
 解

$$RC \frac{du_c}{dt} + u_c = U_s$$

特解： 满足 $RC \frac{du'_c}{dt} + u'_c = U_s$

重新达到稳态时的值

特解： 满足 $RC \frac{du''_c}{dt} + u''_c = 0$

$$u''_c = Ae^{-\frac{t}{\tau}}$$

解得: $u_c = u'_c + Ae^{-\frac{t}{\tau}}$

又 $\because$ 初始 $u_c(0_+) = u'_c(0_+) + A$

$$\Rightarrow A = u_c(0_+) - u'_c(0_+)$$

$$\therefore u_c(t) = u'_c(t) + [u_c(0_+) - u'_c(0_+)]e^{-\frac{t}{\tau}}$$

适用于一阶电路各处的 u, i

三要素 $\left\{ \begin{array}{l} \text{特解} \\ \text{初始值} \\ \text{时间常数} \end{array} \right.$

2、结论：

零状态响应：

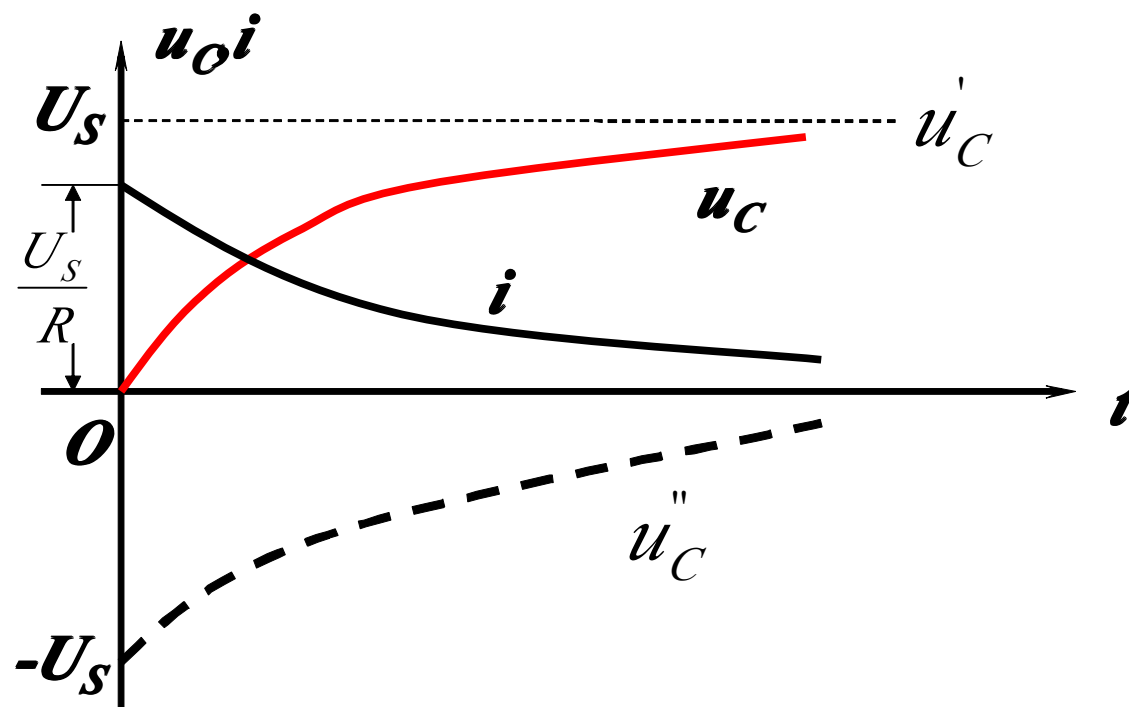
(1) 直流电源 U_s

特解：（又一次稳定后的值）

$$u'_c(t) = U_s \quad \therefore u'_c(0_+) = U_s$$

$$\therefore u_c(t) = U_s + (0 - U_s)e^{-\frac{t}{\tau}} = U_s(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$

$$i(t) = C \frac{du_c}{dt} = \frac{U_s}{R} e^{-\frac{t}{\tau}}$$

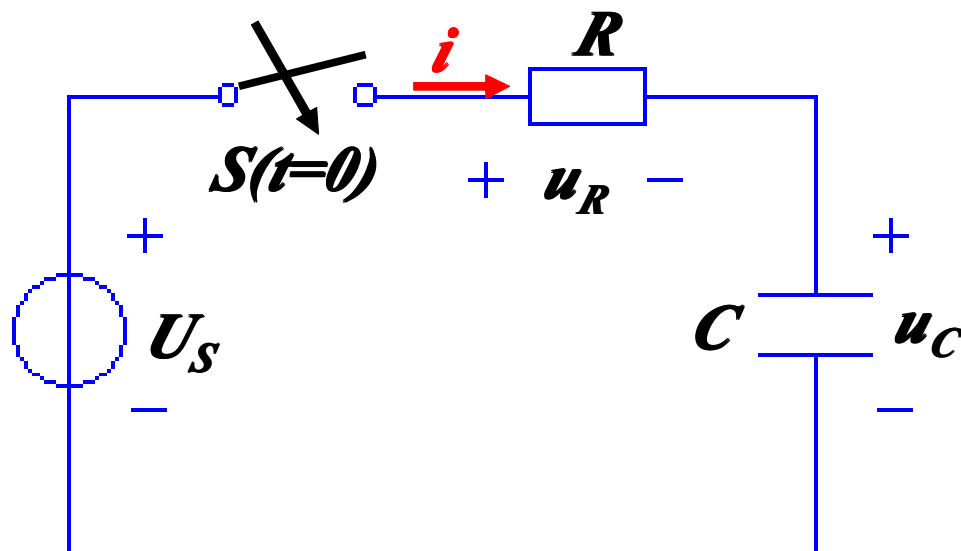


$$\begin{aligned}
 W_R &= \int_0^{\infty} i^2 R dt = \int_0^{\infty} \left(\frac{U_s}{R} e^{-\frac{t}{\tau}} \right)^2 R dt = \frac{U_s^2}{R} \int_0^{\infty} e^{-\frac{2t}{\tau}} dt \\
 &= -\frac{CU_s^2}{2} e^{-\frac{2t}{RC}} \Big|_0^{\infty} = \frac{1}{2} CU_s^2 = W_C
 \end{aligned}$$

∴ 不论R、C如何，电源充电能量的一半被R吸收，一半转换为电容的电场能量，充电效率为50%。

(2) 交流电源 $u_s(t) = \sqrt{2}U_s \cos(\omega t + \psi_s)$

例：



$U_S=220\text{V}$, $R=100\ \Omega$, $C=0.5\mu\text{F}$, C未充过电。

$t=0$ 时合上开关 S 。

求： (1) u_C , i ;

(2) 最大充电电流;

(3) 合上 S 后 $150\mu\text{s}$ 后 u_C , i 的值。