
湖南大学电路分析实验报告册

课程： 电路分析

姓名： 肖 鹏

学号： 201808010718

班级： 智能 1802

一：实验背景

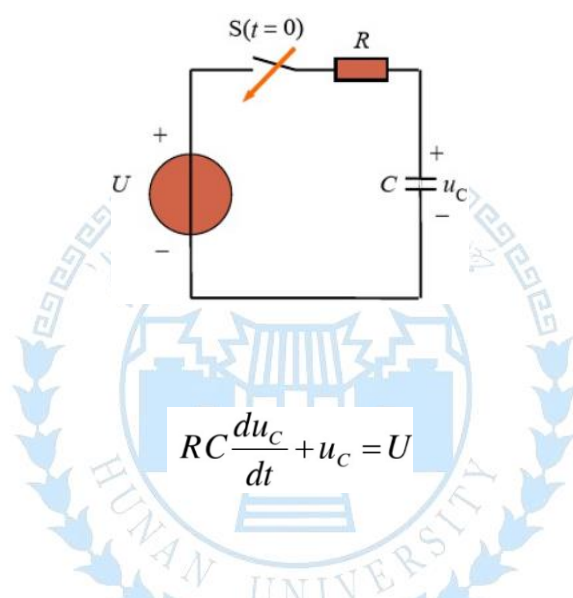
二：实验环境

仿真软件：NI Multisim 14.0

三：实验原理

一阶电路全响应

完全响应——当电路的初始储能不为零，且有独立源激励时，两者共同作用产生的响应。



如图有：

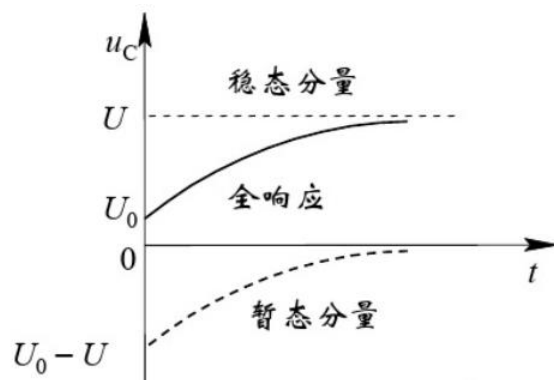
则全响应为：

$$u_C = U + [U_0 - U]e^{-\frac{t}{\tau}} \quad \text{式中：} \quad U_0 = u_C(0_+)$$

可见，电路的全响应可分解为稳态分量和暂态分量之和。

即：全响应=稳态分量+暂态分量

下图给出了 $U > U_0$ 时， U_C 随时间变化的曲线：

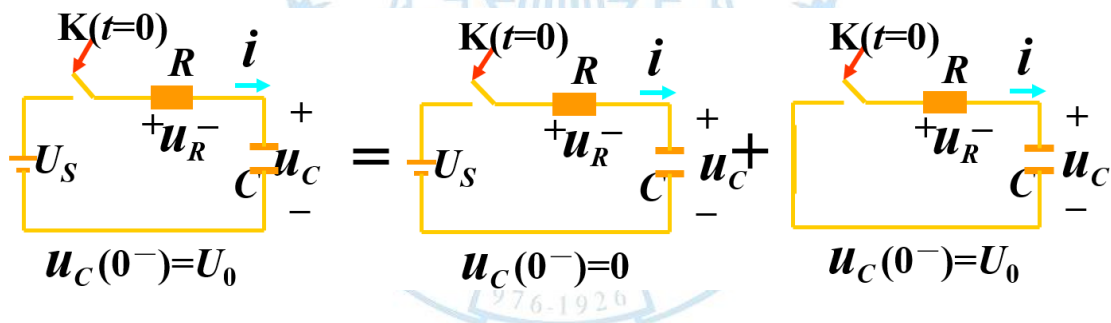


上面提到的全响应还可以写成：

$$u_C = U_s(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) + U_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$$

上式中， $U_s(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ 是电容初始值电压为 0 时的零状态响应， $U_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$ 是电容初始值电压为 U_0 时的零输入响应；

故又有：全响应 = 零状态响应 + 零输入响应



三要素分析法

稳态值，初始值和时间常数称为一阶电路的三要素，通过三要素可以直接写出一阶电路的全响应。这种方法称为三要素法。

若全响应变量用 $f(t)$ 表示，则全响应可按式求出：

$$f(t) = f(\infty) + [f(0_+) - f(\infty)]e^{-\frac{t}{\tau}}$$

三要素的计算：

1. 初始值 $f(0_+)$

(1) 求出电容电压 $U_C(0_-)$ 或电感电流 $i_L(0_-)$

(2) 根据换路定律，求出响应电流或电压的初始值 $i(0_+)$ 或 $u(0_+)$ ，即 $f(0_+)$ 。

2. 稳态值 $f(\infty)$

作换路后 $t = \infty$ 时的稳态等效电路，求取稳态下响应电流或电压的稳态值 $i(\infty)$ 或 $u(\infty)$ ，即 $f(\infty)$ 。作 $t = \infty$ 电路时，电容相当于开路；电感相当于短路。

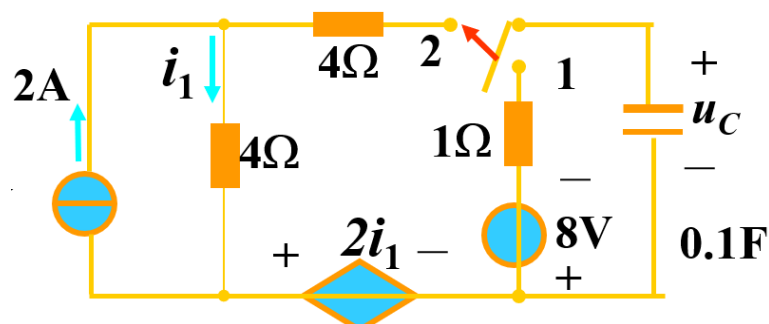
3. 时间常数 τ

$\tau = RC$ 或 L/R ，其中 R 值是换路后新开储能元件 C 或 L ，由储能元件两端看进去，用戴维南等效电路求得的等效内阻。

【注意】：三要素法仅适用于一阶线性电路，对于二阶或高阶电路是不适用的。

四：实验过程

一、电路原理图



二、电路分析，给出 $u_c(t)$

根据三要素法：

- 1) 计算初始态 $u(0_+)$ ：

$$u_c(0^+) = u_c(0^-) = -8V$$

- 2) 计算稳态值 $u(\infty)$ ：

$$u_c(\infty) = 4i_1 + 2i_1 = 6i_1 = 12V$$

- 3) 计算时间常数 τ ：

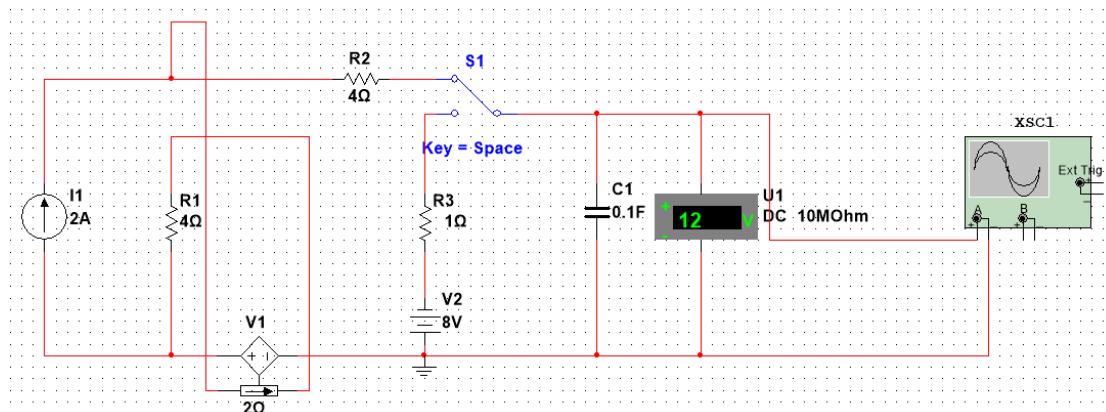
$$\tau = R_o C = 10 \times 0.1 = 1s$$

- 4) 得到表达式：

$$\begin{aligned} u_c(t) &= 12 + [-8 - 12]e^{-t} \\ &= 12 - 20e^{-t}V \end{aligned}$$

三、搭建电路图

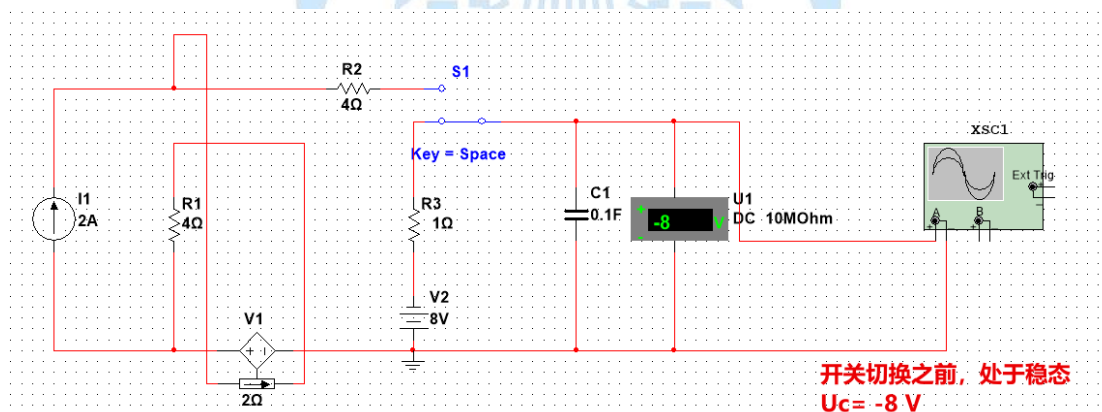
在电路图中加入电压表和示波器加以验证



四、启动仿真

五：实验结果

一、稳态验证

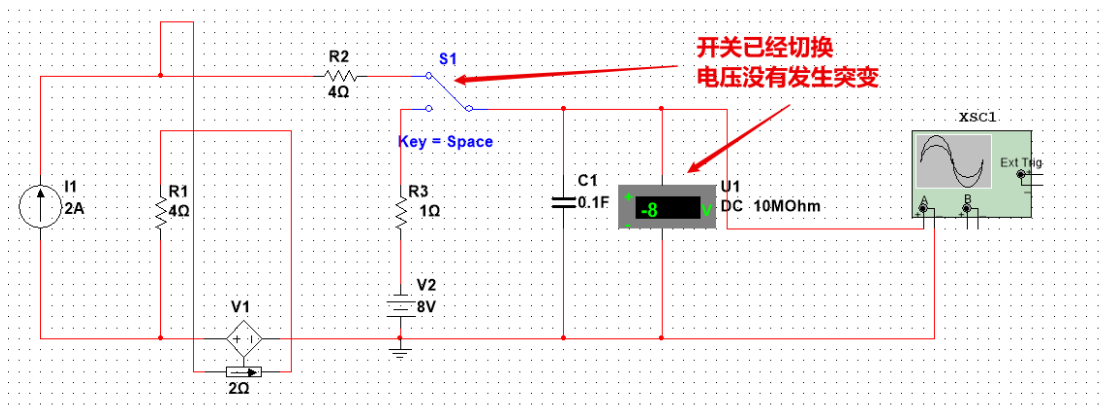


代入 $t = 0$ ，同样可以得到 $u_c(0) = -8 \text{ V}$

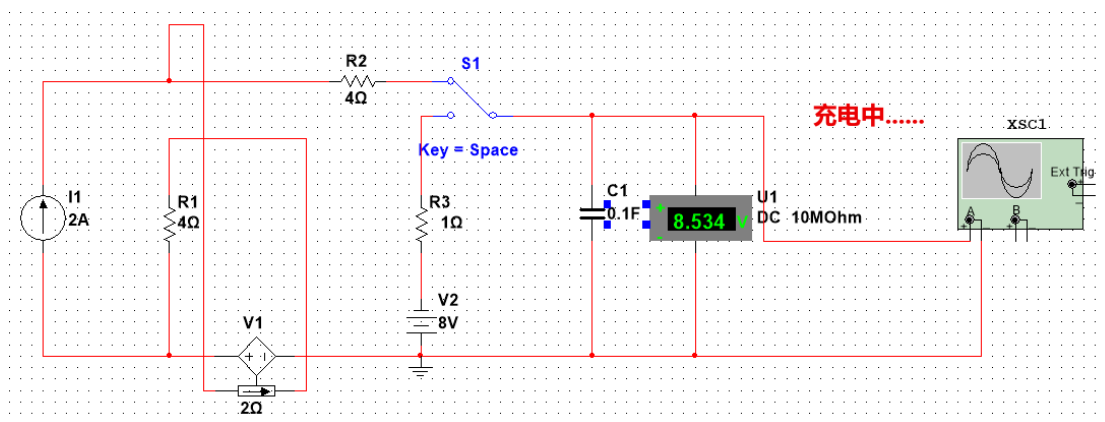
$$\begin{aligned} u_c(t) &= 12 + [-8 - 12]e^{-t} \\ &= 12 - 20e^{-t} \text{ V} \end{aligned}$$

二、动态验证

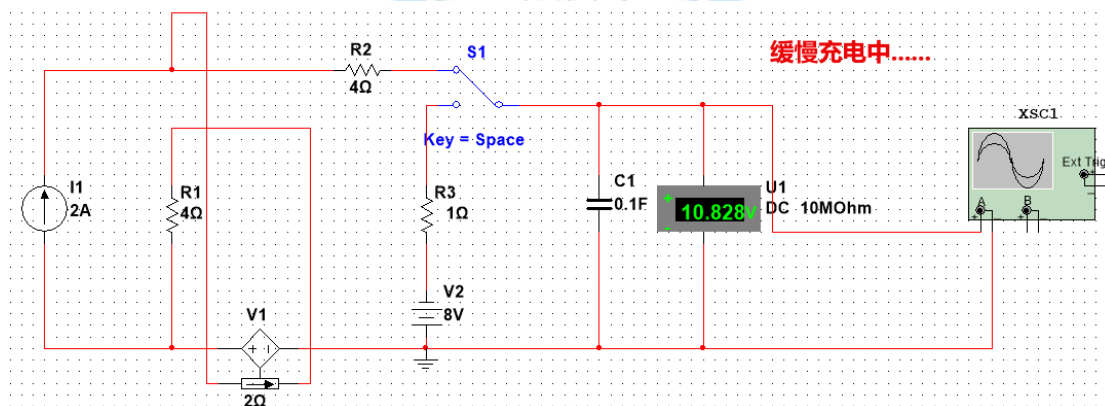
切换开关的瞬间，电压值并没有突变，这符合我们对于电容的特性分析：



随后电压开始变化：



由于等待电路达到最终稳态的时间比较长，这与我们这个电路的时间常数 τ 不大有关，导致充电时间比较慢，所以这里给出的是比较接近最终稳态的值：



与我们套公式算出的 $u_c(\infty) = 12$ 比较接近。

六：总结反思

在使用三要素法计算时间常数 τ 时，需要注意，有时候等效电阻 R 可能不能

够直接计算出来，这个时候我们可以换一种方式，不直接计算。就像在计算戴维南等效电路的时候，在电路中包含其他复杂的元件，比如受控源的时候，不方便直接计算的时候，我们可以通过先计算短路电流 i_{sc} ，然后再通过 VCR 定理，结合开路电压 U_{oc} 计算得到 R_0 。

