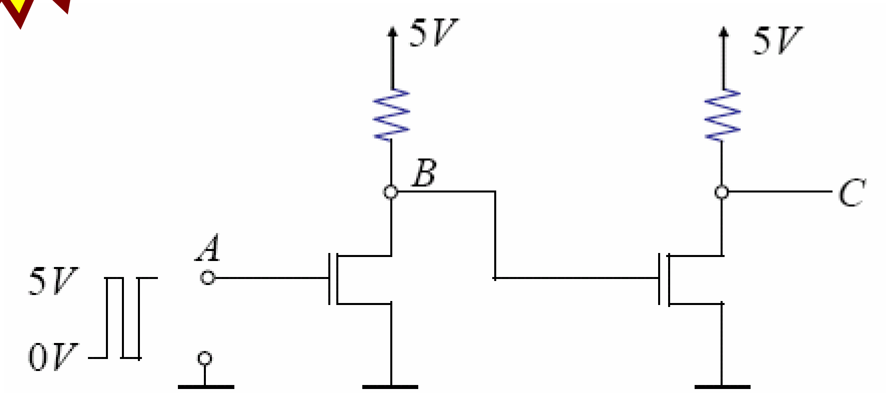
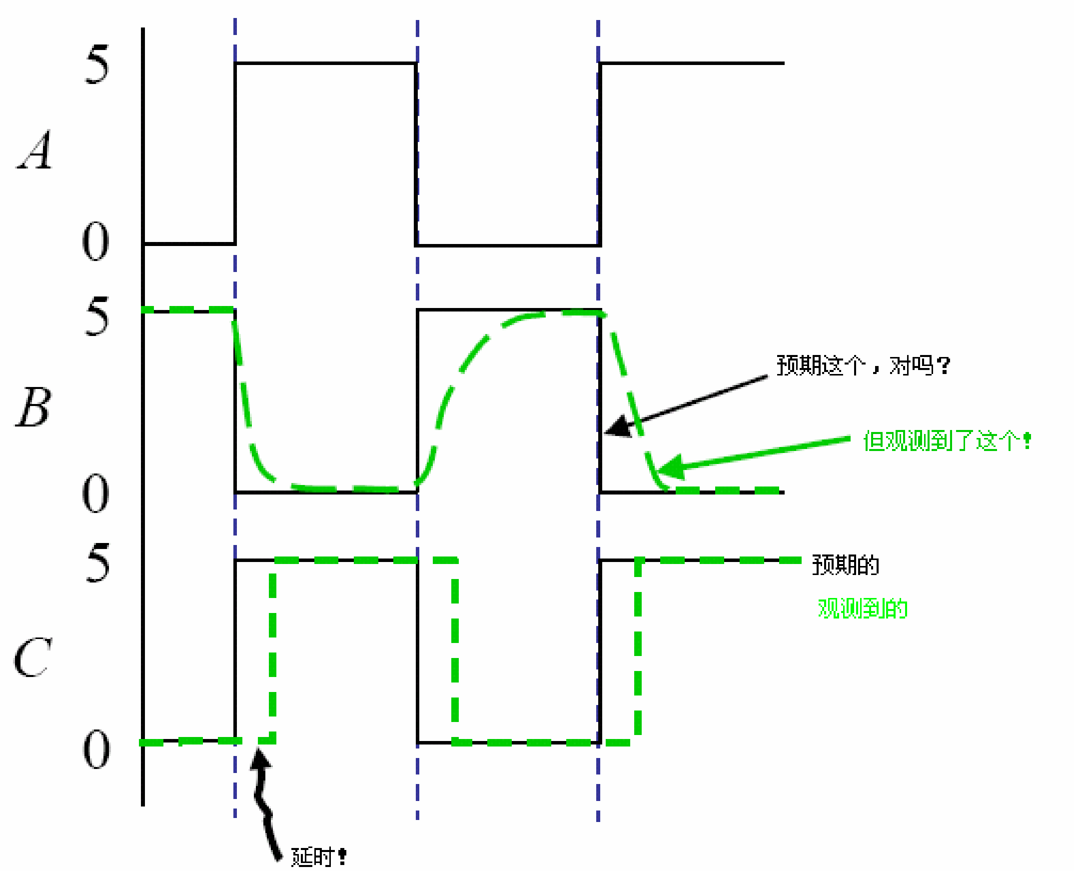
6.002 电路与电子学

电容器与一阶系统

演示

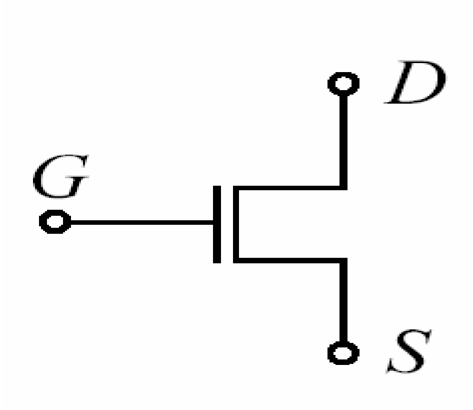
问题的引出



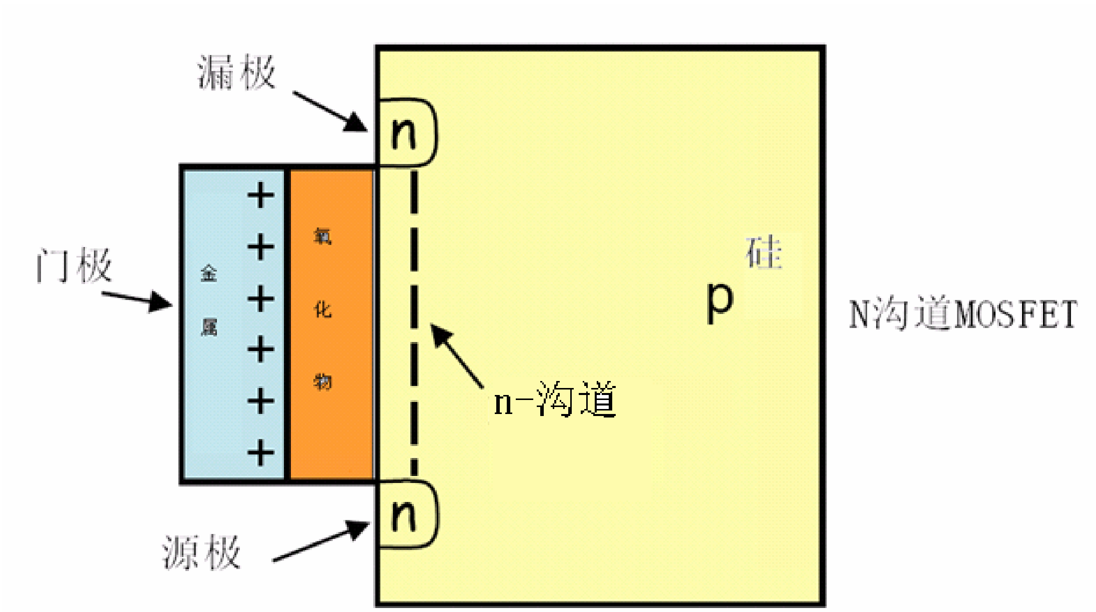


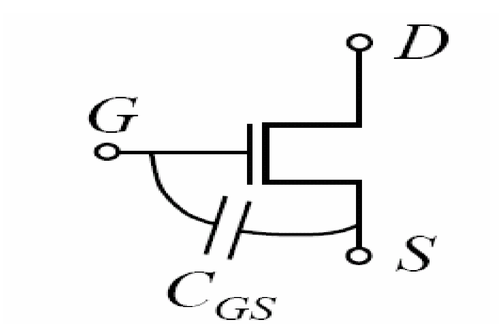
阅读：第 9 和 10 章

电容器

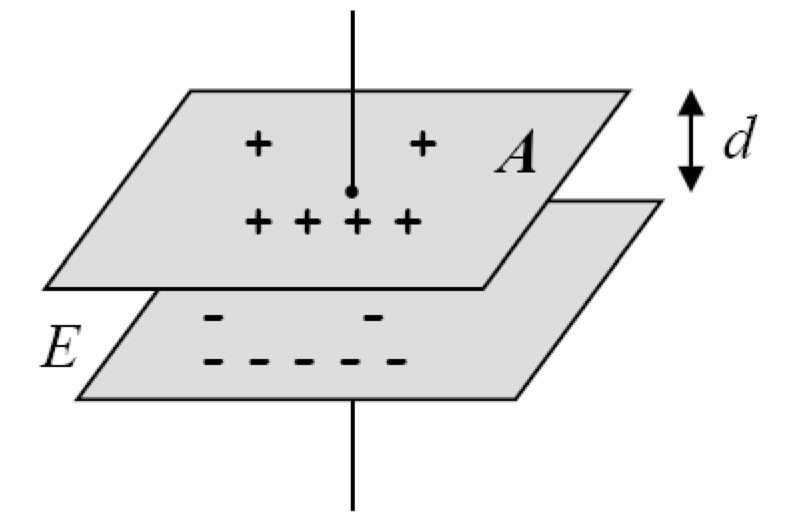


N 沟道
MOSFET 符号





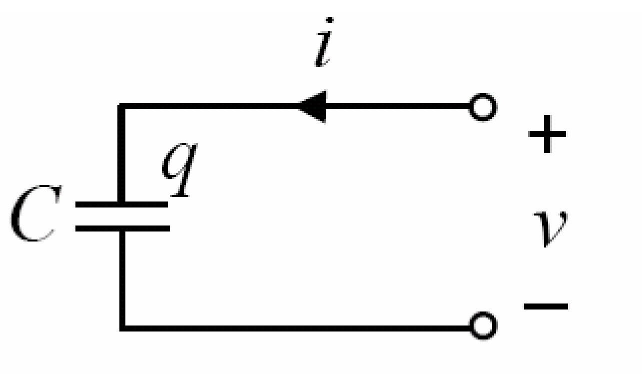
理想线性电容器



$$C = \frac{EA}{d}$$

符合电荷守恒定律电容器上的总电荷

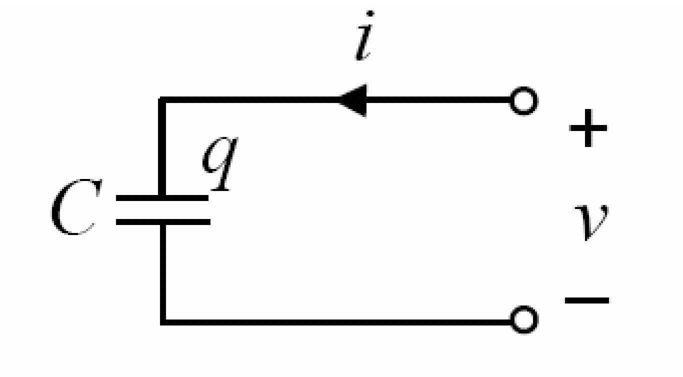
= + *q* - *q* = 0



$$q = C\ v$$

库仑 法拉 伏特

理想线性电容器



$$q = Cv$$

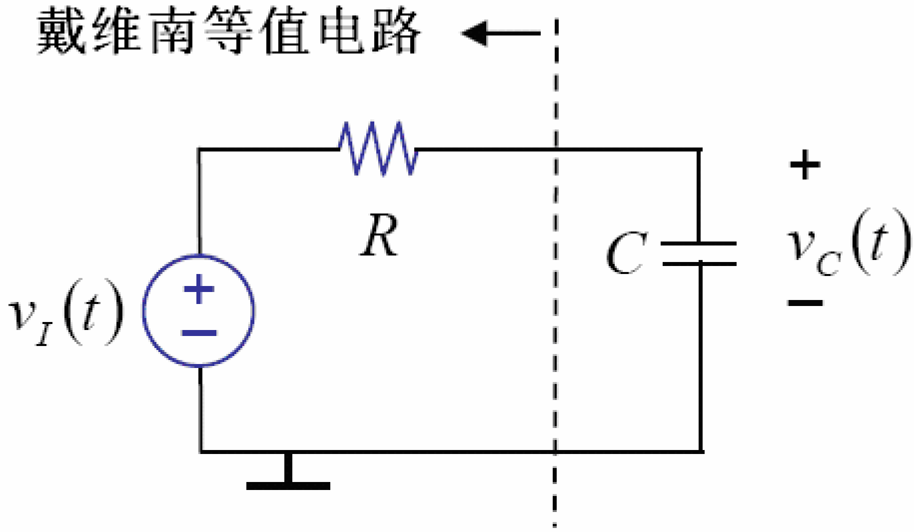
$$i = \frac{dq}{dt} = \frac{d(Cv)}{dt} = C\frac{dv}{dt}$$

$$\left[\, E = \frac{1}{2}Cv^2 \,\right]$$

一 个 电 容 器 就 是 一 个 能 量 储 存 装 置

——〉记 忆 装 置——〉历 史 的 载 体 !

分析一个 RC 电路



应用节点法：

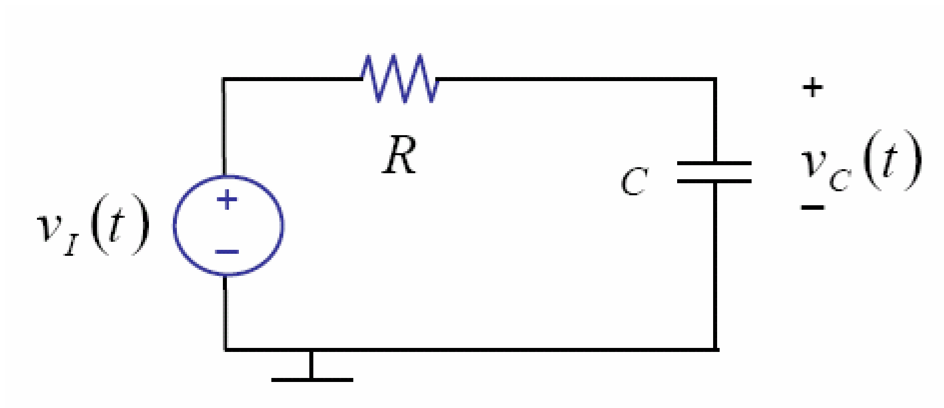
$$\frac{v_C - v_I}{R} + C\frac{dv_C}{dt} = 0$$

$$RC\frac{dv_c}{dt} + v_C = v_I$$

$$\begin{cases} t \geq t_0 \\ v_C(t_0) \text{ 已知} \end{cases}$$

其中：RC----时间常数

让我们来做一个例题：



$$v_I(t) = V_I$$

$$v_C(0) = V_0$$ 已知

$$RC\frac{dv_C}{dt} + v_C = V_I \qquad \text{———} \quad X$$

例题……

$$v_I(t) = V_I$$

$$v_C(0) = V_0 \quad \text{已知}$$

$$RC\frac{dv_C}{dt} + v_C = V_I \quad \text{———} \otimes$$

$$v_C(t) = v_{CH}(t) + v_{CP}(t)$$

通解　　齐次解　　特解

齐次解和特解的求解办法：

① 找到特解；
② 找到齐次解；
③ 通解即特解与齐次解之和；
利用初始条件求出其中余下的常数。

①特解

$$RC\frac{dv_{CP}}{dt}+v_{CP}=V_I$$

$$\boxed{v_{CP}=V_I}$$ 正常工作时

$$RC\cancelto{0}{\frac{dV_I}{dt}}+V_I=V_I$$

通常，利用试误法（或：尝试法）。

v_{CP}：任何满足原始方程式（X）的解。

②齐次解

$$RC\frac{dv_{CH}}{dt}+v_{CH}=0 \quad \text{..............} ⓨ$$

v_{CH}：齐次方程ⓨ的解

（令激励源等于零）

$v_{CH}=Ae^{st}$　假想的解的形式。

A，S 呢？

$$RC\frac{dAe^{st}}{dt}+Ae^{st}=0$$

$$RCAse^{st}+Ae^{st}=0$$

消去 e^{st}，得　$RCAs+A=0$

舍去增根 $A=0$，得

$RCs+1=0$　特征方程

$\longrightarrow s=-\dfrac{1}{RC}$

则：$v_{CH}=Ae^{\frac{-t}{RC}}$ 其中：RC----称作时间常数 τ

③通解

$$v_C = v_{CP} + v_{CH}$$

$$v_C = V_I + Ae^{\frac{-t}{RC}}$$

从初始条件中找出余下的未知量：

假定 $t=0$ 时 $v_C = V_0$，

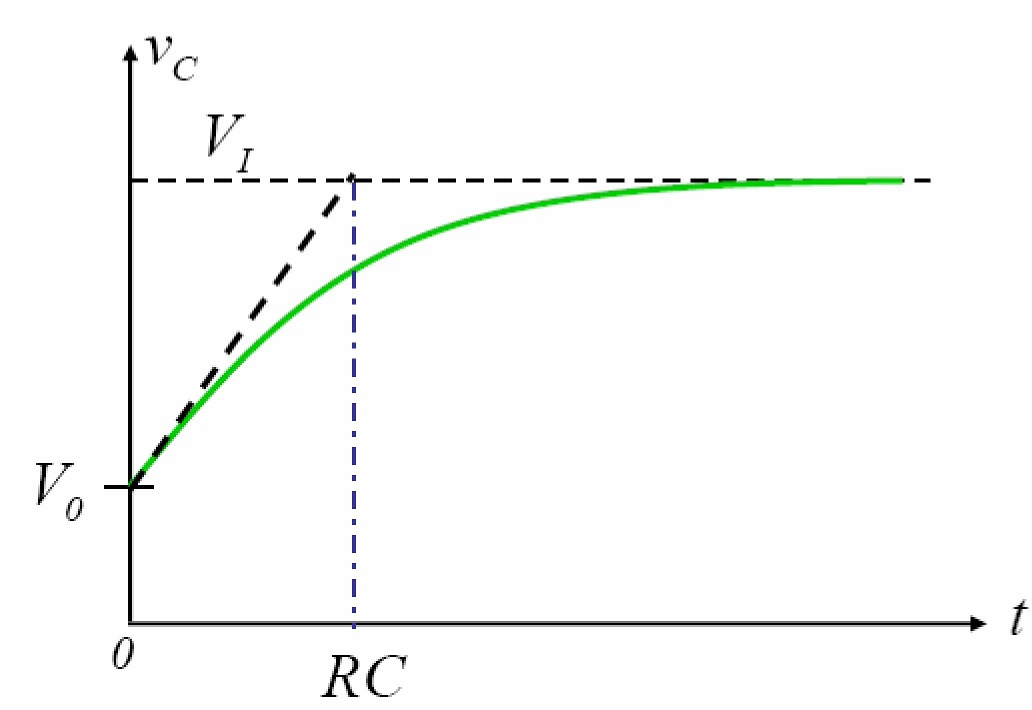
那么 $V_0 = V_I + A$

或者 $A = V_0 - V_I$

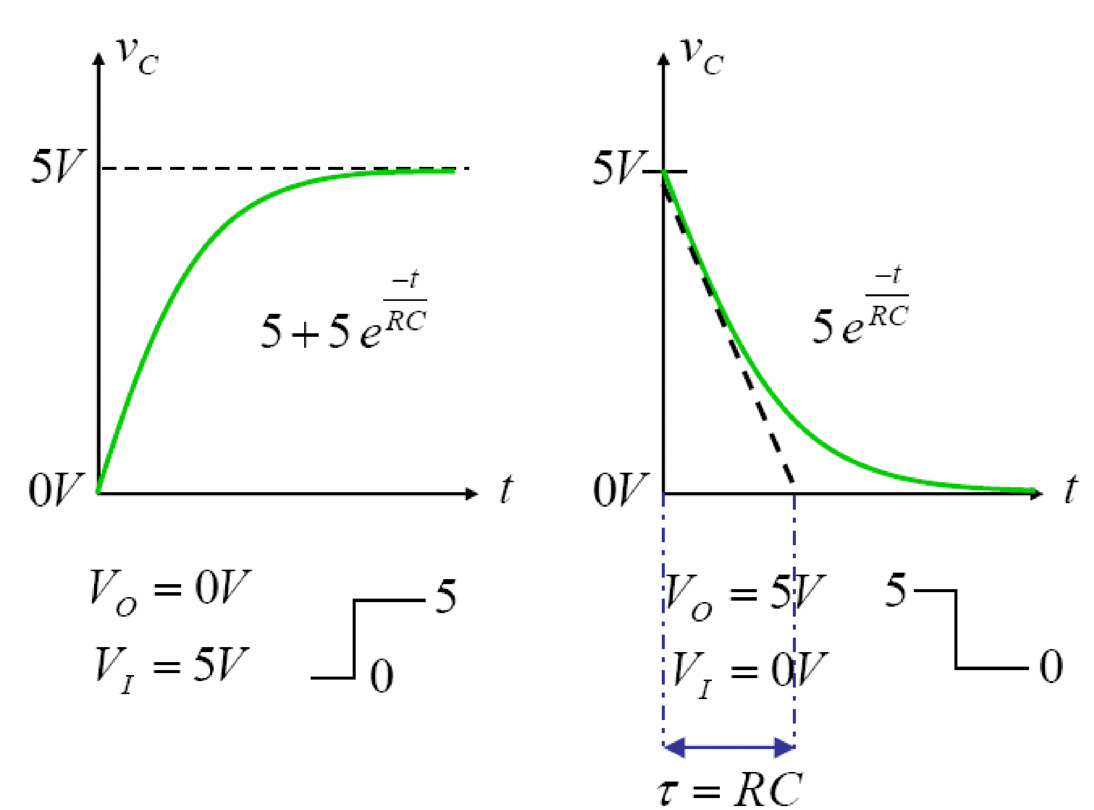
因此 $$v_C = V_I + (V_0 - V_I)\, e^{\frac{-t}{RC}}$$

而且 $$i_C = C\frac{dv_C}{dt} = -\frac{(V_0 - V_I)}{R} e^{\frac{-t}{RC}}$$

$$v_C = V_I + \left(V_0 - V_I\right) e^{\frac{-t}{RC}}$$

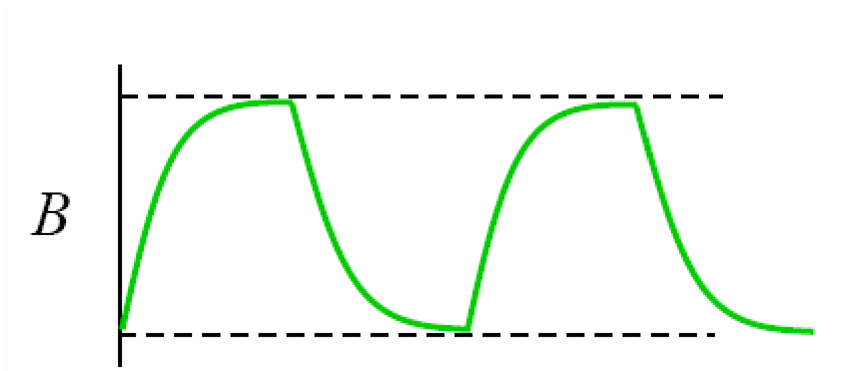


例题



v_C
5V
0V
t
$5+5e^{\frac{-t}{RC}}$
$V_O = 0V$
$V_I = 5V$
5
0
v_C
5V
0V
t
$5e^{\frac{-t}{RC}}$
$V_O = 5V$
$V_I = 0V$
5
0
$\tau = RC$

记住演示



B