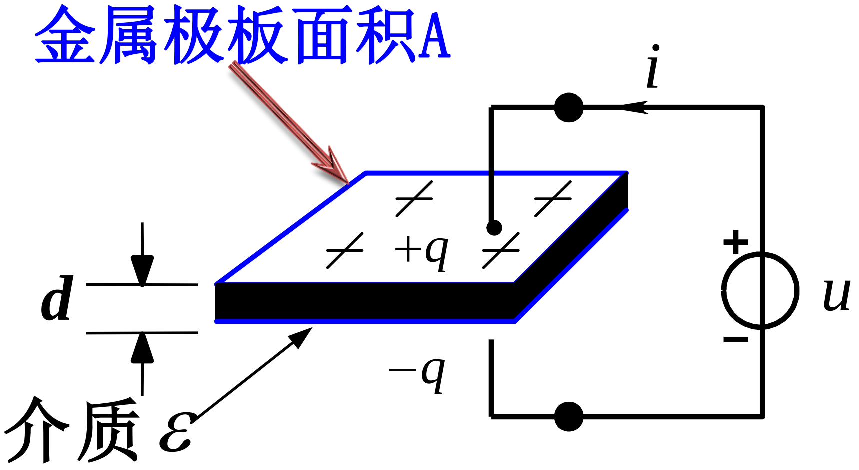
电容元件

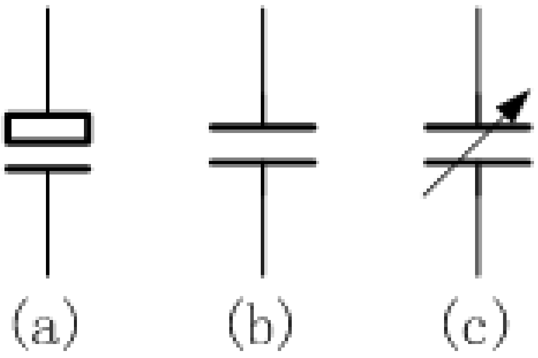
电容构成原理



电容的基本构成图

电容元件

1. 电容的电路符号



(a) 电解电容
(b) 一般电容
(c) 可变电容

2. 电容的特性方程

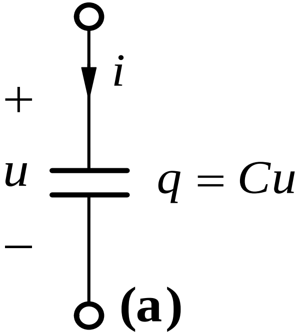
1) 库伏特性

$$q = Cu$$

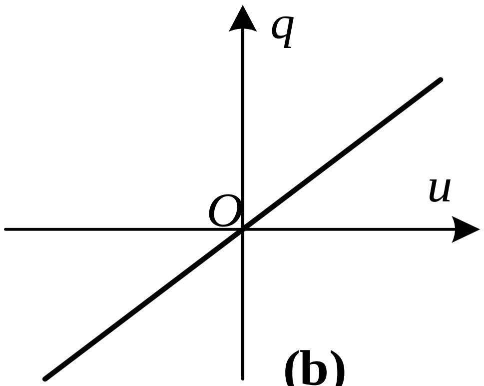
电容[系数]，单位：F(法拉)表示。

常用单位有μF(微法) 及pF(皮法)。

线性电容的符号和它的电荷、电压关系曲线如图 所示。



(a)



(b)

电容元件

2) 伏安特性

$$\begin{cases} i = \dfrac{\mathrm{d}q}{\mathrm{d}t} = \dfrac{\mathrm{d}(cu)}{\mathrm{d}t} = C\dfrac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}t} & \text{（关联）} \\ i = -C\dfrac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}t} & \text{（非关联）} \end{cases}$$

线性电容的端口电流与端口电压的时间变化率成正比。

线性电容的伏安特性有如下特点：

- ◆ 电容元件上任意时刻的电流取决于同一时刻电容电压的变换率，而与该时刻电容电压的数值无关；
- ◆ 电容电压变化越快，电流越大。即使某时刻电压为零，也可能有电流；

电容元件

◆ 当电容电压为恒定值时（直流电压），电容相当于开路，电容有隔直流作用；

◆ 若任一时刻电容电流为有限值，则电压不能跃变。

$$u(t)=\frac{q(t)}{C}=\frac{1}{C}\int_{-\infty}^{t}i(t)\mathrm{d}t$$

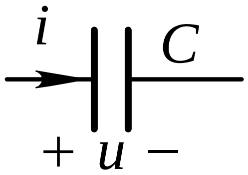
$$=\frac{1}{C}\int_{-\infty}^{t_0}i(t)\mathrm{d}t+\frac{1}{C}\int_{t_0}^{t}i(t)\mathrm{d}t=u(t_0)+\frac{1}{C}\int_{t_0}^{t}i(t)\mathrm{d}t$$

$u(t_0)$：初始电压。

上式说明：任一时刻t的电容电压，即与电流过去全部的历史状况有关。称电容为“记忆元件”。

3. 电容的储能

功率 （关联）



$$p = ui = Cu\frac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}t} = \frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}\left(\frac{1}{2}Cu^2\right)$$

当 $|u(t)|\uparrow$ → 储能↑ 即吸收能量→吸收功率

当 $|u(t)|\downarrow$ → 储能↓ 即释放能量→发出功率

所以电容是储能元件。

电容元件

能量：截止到t时刻电容吸收的总能量

$$w_{\mathrm{e}}(t)=\int_{-\infty}^{t}p(\xi)\mathrm{d}\xi=\int_{-\infty}^{t}(Cu\frac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}\xi})\mathrm{d}\xi=C\int_{-\infty}^{t}u\mathrm{d}u=\frac{1}{2}Cu^{2}\Big|_{u(-\infty)}^{u(t)}$$

$$w_{\mathrm{e}}(t)=\frac{1}{2}Cu^{2}=\frac{q^{2}}{2C}$$