

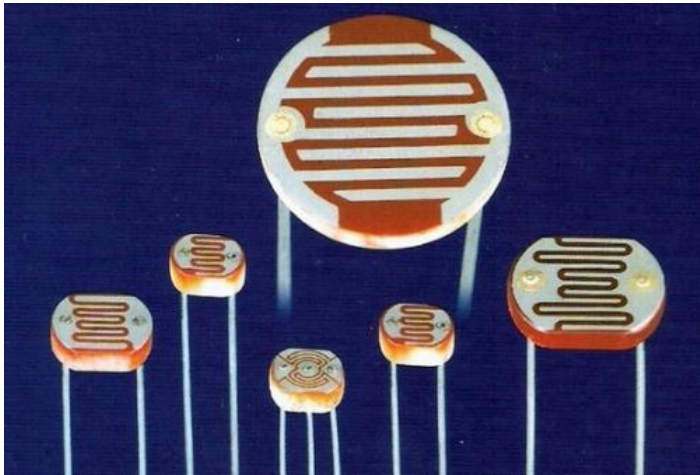
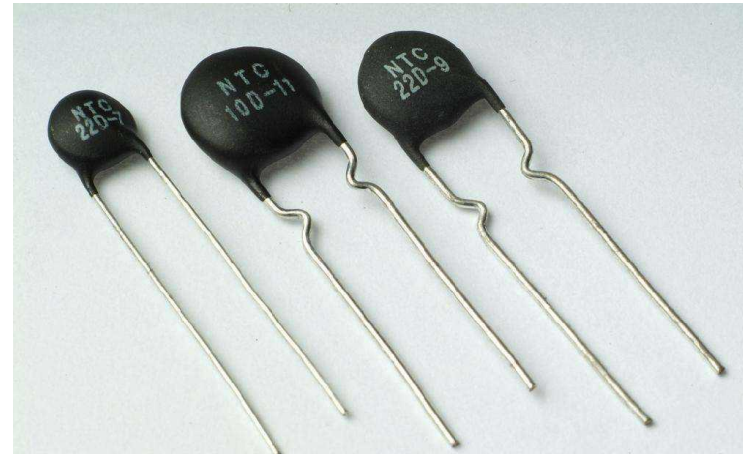
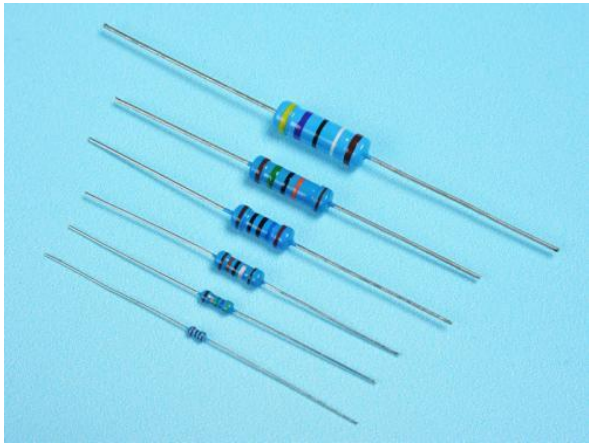
第一章 基尔霍夫定律和电阻元件

基本理论与内容

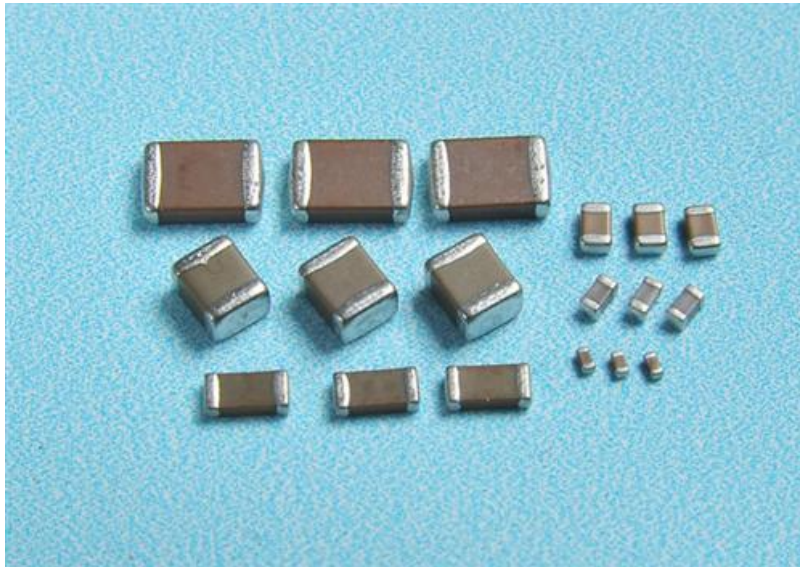
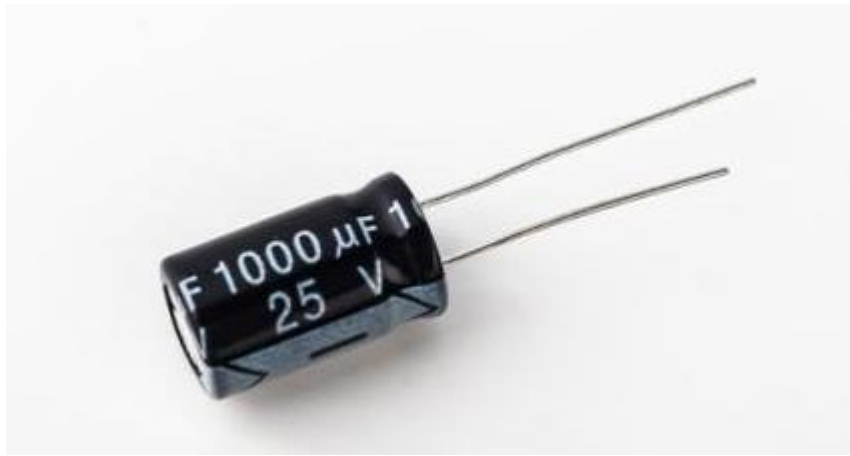
1. 电路与电路模型
2. 电流与电压的参考方向
3. 基尔霍夫定律
4. 电阻元件
5. 独立源
6. 受控源
7. 运算放大器

§ 1-1 电路与电路模型

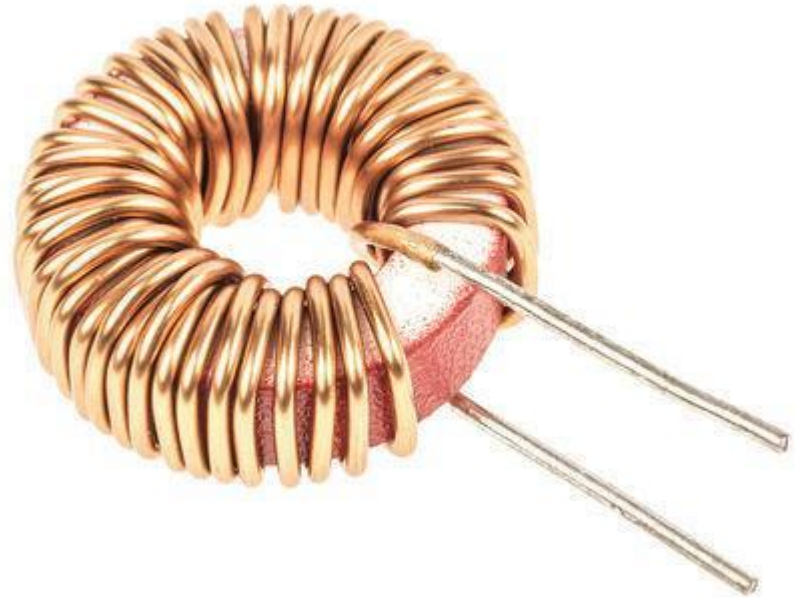
部分电路元件实图



§ 1-1 电路与电路模型



§ 1-1 电路与电路模型



§ 1-1 电路与电路模型



§ 1-1 电路与电路模型

1. 电 路 — 由若干电气设备或元件按照一定方式组合起来，为电流的流通提供途径的总体

2. 理想电路元件 — 在一定条件下，对实际的电气元件加以理想化，忽略它的次要性质，用表征其主要性质的假想元件或元件组合来代替。

R (电阻) — 消耗电能的器件

L (电感) — 储存磁场能量的器件

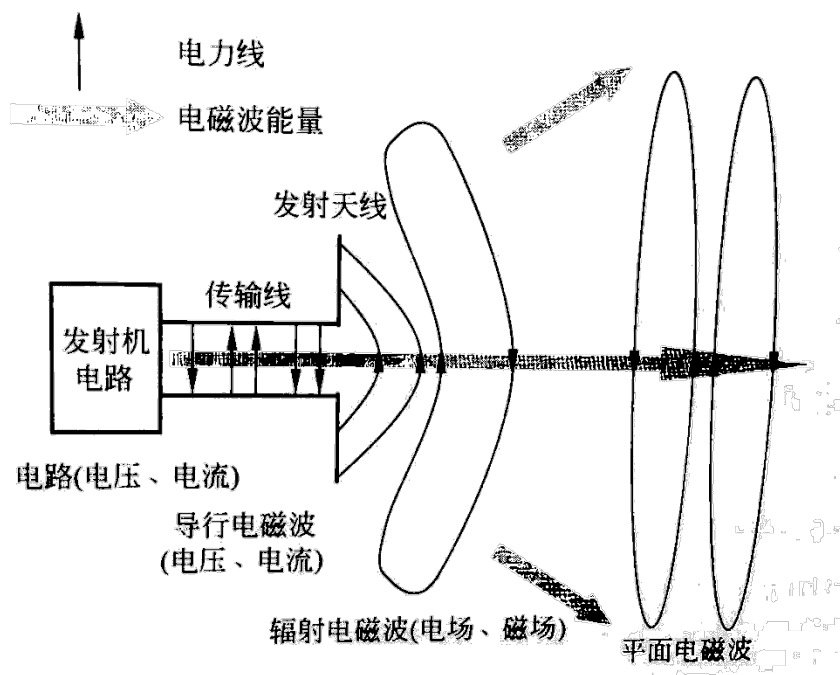
C (电容) — 储存电场能量的器件

3. 电 路 模 型 — 按一定方式，相互联结着的理想电路元件的集合

§ 1-1 电路与电路模型

4. 集中参数元件 — 当实际电器元件的几何尺寸远小于其内部电磁过程的电磁波长时，则称其为集中参数元件（能量集中）。

5. 集中参数电路 — 由集中参数元件相互连接成的电路，称为集中参数电路。



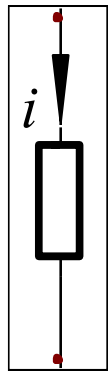
§ 1-2 电流与电压的参考方向

1. 电流的参考方向

(1) 用 \downarrow 表示

(2) 任意规定

(3) 结果为代数值：“+” 实际方向与参考方向一致
“−” 实际方向与参考方向相反



例如： $i=5\text{A}$ 说明电流的实际方向与参考方向一致。

$i=-5\text{A}$ 说明电流的实际方向与参考方向相反。

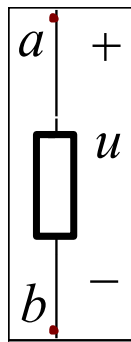
2. 电压的参考方向

(1) 用“+”、“−”表示

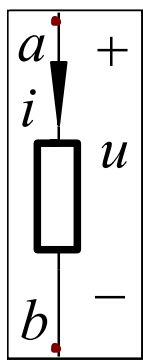
(2) 任意规定

例如： $u=5\text{V}$ a 比 b 高 5V

$u=-5\text{V}$ a 比 b 低 5V

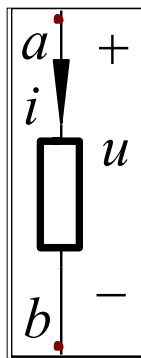


3. 关联参考方向



电流参考方向与电压参考“+”极到“-”极的方向一致

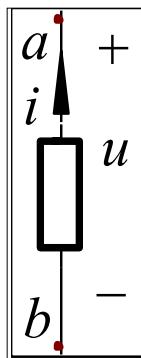
4. 功率P



关联参考方向时 $P = u \cdot i \text{ (w)}$

若 $u = 5\text{V}$, $i = 1\text{A}$ $P = 5\text{W} > 0$ 吸收功率

若 $u = 5\text{V}$, $i = -1\text{A}$ $P = -5\text{W} < 0$ 发出功率



非关联参考方向时 $P = -u \cdot i \text{ (w)}$

若 $u = -5\text{V}$, $i = 1\text{A}$ $P = 5\text{W} > 0$ 吸收功率

若 $u = 5\text{V}$, $i = 1\text{A}$ $P = -5\text{W} < 0$ 发出功率

5. 参考方向在电路中的重要作用

(1) 它是建立电路的数学模型（列写电路方程）和分析电路的依据。

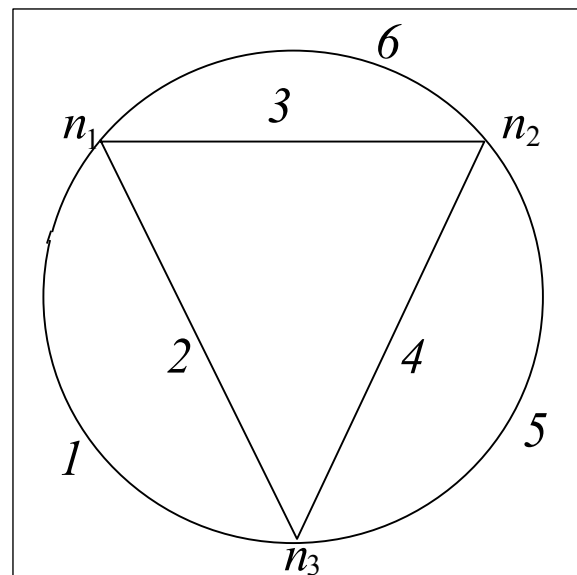
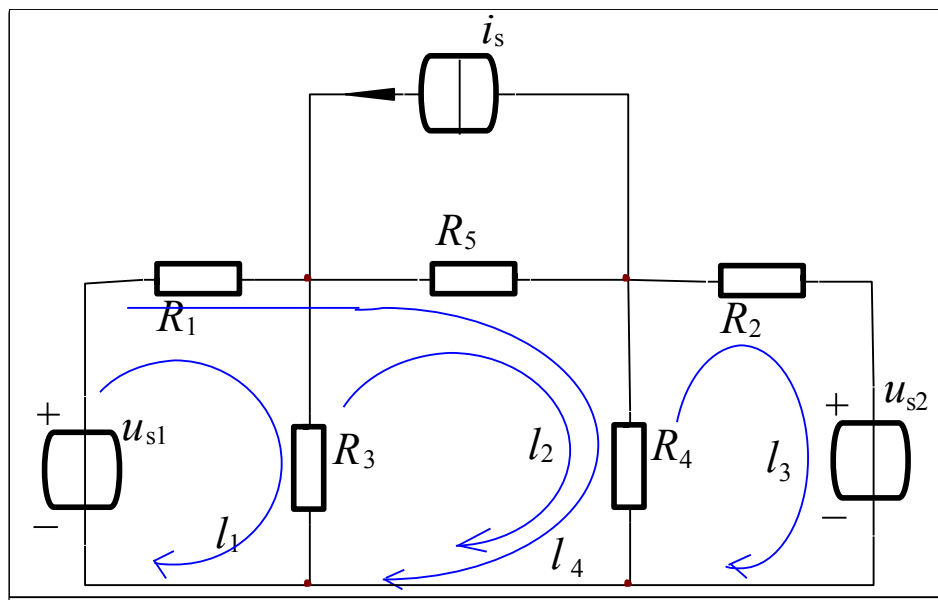
(2) 电流、电压的参考方向可以任意规定，但一经规定，就要以此为准，否则，会引起分析的混乱。

§ 1-3 基尔霍夫定律

1. 电路术语

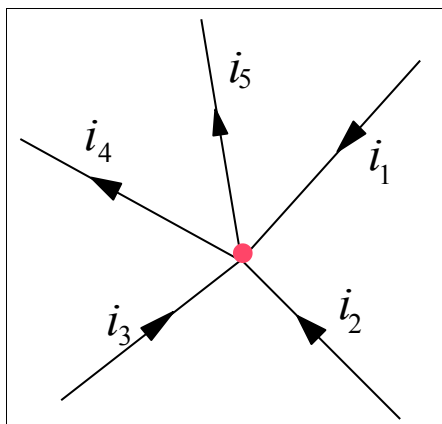
- (1) 电路拓扑 — 电路的几何结构
- (2) 支路branch — 电路中的每一分支
- (3) 节点node — 三条或三条以上支路的联结点
- (4) 回路loop — 电路中任一闭合路径
- (5) 网孔 — 不包含其它回路的回路
- (6) 独立回路 — 不能由其它回路通过代数运算得到的一组回路

有 b 条支路， n 个节点的电路，有几条独立回路？



2. 基尔霍夫电流定律 (基尔霍夫第一定律 KCL)

——任一时刻，流入一个节点的电流总和等于从该节点流出的电流总和



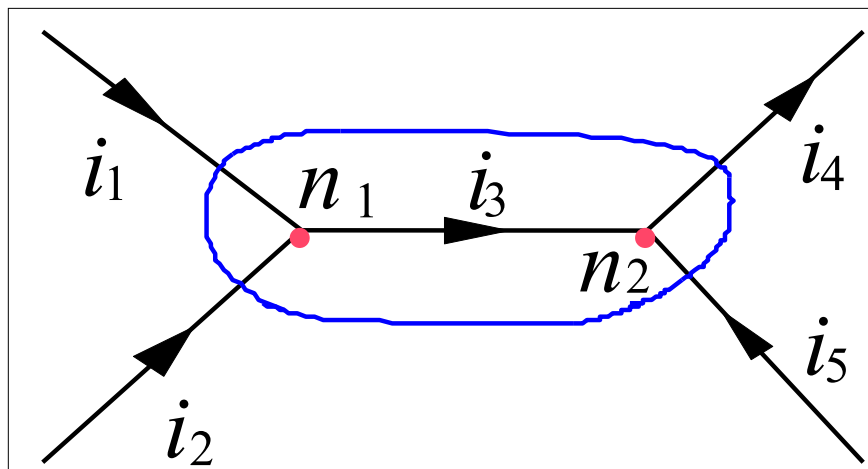
$$i_1 + i_2 + i_3 = i_4 + i_5$$

$$-i_1 - i_2 - i_3 + i_4 + i_5 = 0$$

——任一时刻，流出某个节点的电流的代数和恒等于零

(规定：流出节点的电流为正，流入节点的电流为负)

$$\text{即 } \sum i = 0$$



$$\mathbf{n}_1: \quad -\dot{\mathbf{i}}_1 - \dot{\mathbf{i}}_2 + \dot{\mathbf{i}}_3 = 0$$

$$\mathbf{n}_2: \quad -\dot{\mathbf{i}}_3 + \dot{\mathbf{i}}_4 - \dot{\mathbf{i}}_5 = 0$$

将两式相加，得 $\underline{-\dot{\mathbf{i}}_1 - \dot{\mathbf{i}}_2} + \dot{\mathbf{i}}_4 - \underline{\dot{\mathbf{i}}_3 - \dot{\mathbf{i}}_5} = 0$

(流出封闭面的电流)

(流入封闭面的电流)

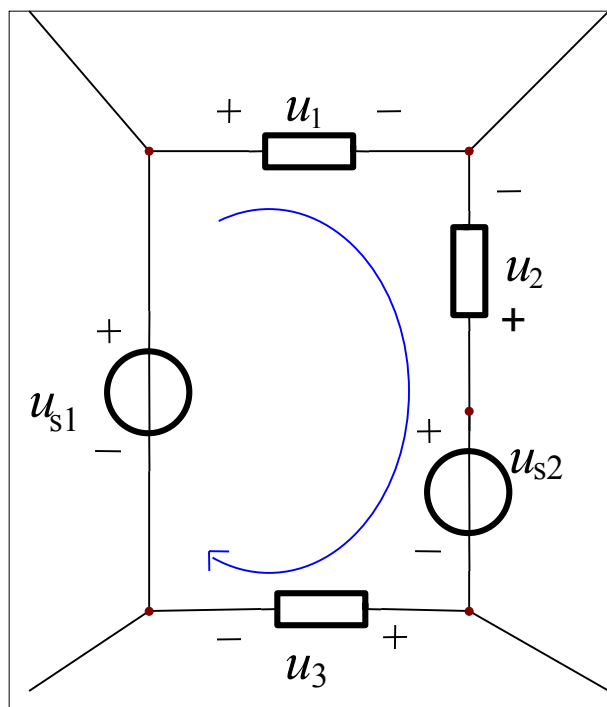
结论：流入任一封闭面的电流的代数和总等于零。

基尔霍夫电流定律是电流连续性的体现。

3. 基尔霍夫电压定律 (基尔霍夫第二定律 KVL)

——任意时刻，沿闭合回路电压降的代数和总等于零

即 $\sum U=0$ (电压降方向与绕行方向相同为正，相反为负)



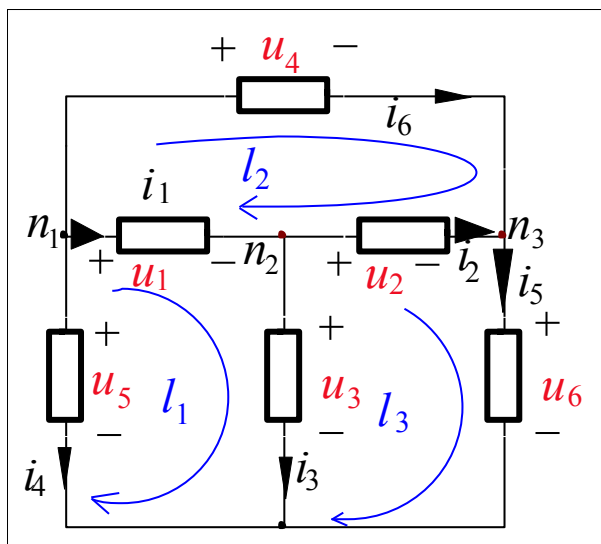
$$u_1 - u_2 + u_{S2} + u_3 - u_{S1} = 0$$

$$u_1 - u_2 + u_3 = u_{S1} - u_{S2}$$

$$(\sum u = \sum u_s)$$

—在任何回路中，电压降的代数和恒等于电势升的代数和

例：列出电路中节点 n_1 、 n_2 、 n_3 的电流方程以及回路 l_1 、 l_2 、 l_3 的电压方程



解：

$$\begin{aligned} n_1 : \quad & i_1 + i_4 + i_6 = 0 \\ n_2 : \quad & -i_1 + i_2 + i_3 = 0 \\ n_3 : \quad & -i_2 + i_5 - i_6 = 0 \\ l_1 : \quad & u_1 + u_3 - u_5 = 0 \\ l_2 : \quad & -u_1 - u_2 + u_4 = 0 \\ l_3 : \quad & u_2 - u_3 + u_6 = 0 \end{aligned}$$

习题:

1-1 (a, c, e, f)

1-2 (b, d)

1-3-1

1-3-2