

第1章 电路元件与电路基本定律

开课教师： 王灿

开课单位： 机电学院--电气工程学科



1.5 独立电源

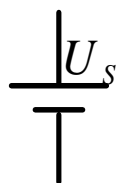
基本要求：掌握电压源和电流源的基本特性。

1. 电压源

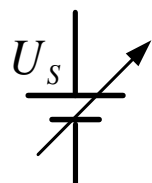


电池和稳压电源示例

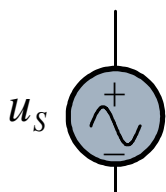
1) 电压源的符号



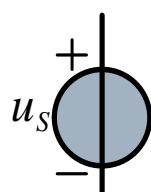
(a)



(b)



(c)



(d)

$$\begin{cases} u_s = U_s & \text{直流电压源} \\ u_s = u_s(t) & \text{时变电压源} \end{cases}$$

(a) 直流电压源

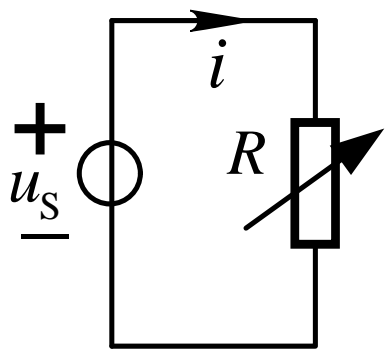
(b) 输出电压可调的直流电压源

(c) 交流电压源

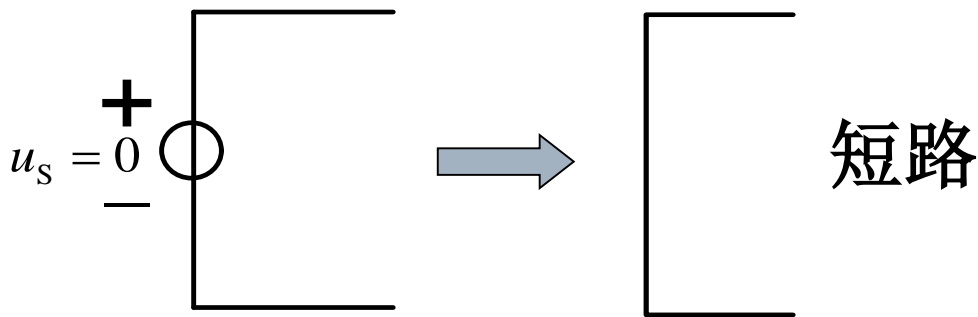
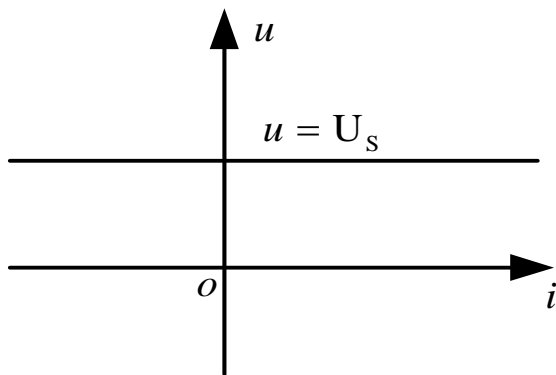
(d) 按任意规律变化的电压源

1.5 独立电源

2) 电压源的端口特性

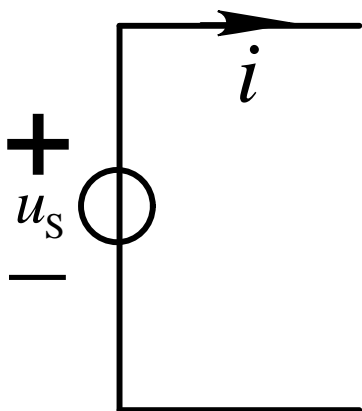


特性：电压源能够提供**确定的电源电压** u_s 。所谓“确定”是指源电压 u_s 与流过电压源的电流无关，电压源的电流将由与其相联的外电路来确定。



1.5 独立电源

3) 电压源的功率



电压源的吸收功率: $p = -u_s i$

- 当 $p < 0$, 电压源实际发出功率, 电压源处在供电状态—电源。
- 当 $p > 0$, 电压源实际吸收功率, 电压源处在用电状态—负载。

1.5 独立电源

例题:

计算图中电路各元件的功率。

解: $u_R = 10V - 5V = 5V$

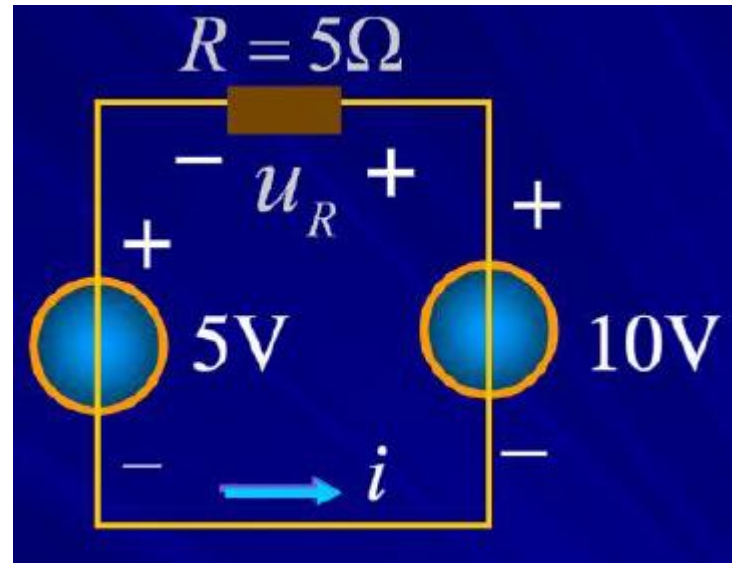
$$i = \frac{u_R}{R} = \frac{5}{5} A = 1A$$

$$p_{10V} = u_s i = 10V \times 1A = 10W \quad \text{发出}$$

$$p_{5V} = u_s i = 5V \times 1A = 5W \quad \text{吸收}$$

$$p_R = Ri^2 = 5 \times 1 = 5W \quad \text{吸收}$$

以上功率满足: $P(\text{发}) = P(\text{吸})$

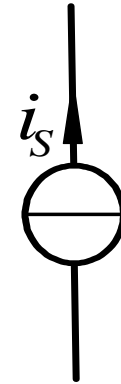


1.5 独立电源

2. 电流源

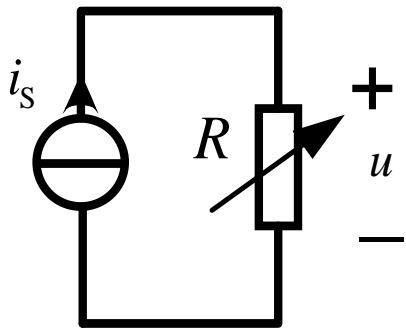


实际电流源示例



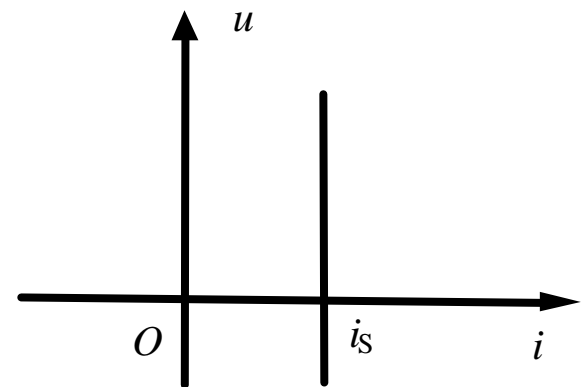
符号

1) 电流源的端口特性



特性：能够提供**确定的端口电流 i_S** 。这里“确定”是指 i_S 与电流源端口电压无关，电流源的端口电压决定于它所接的外电路。

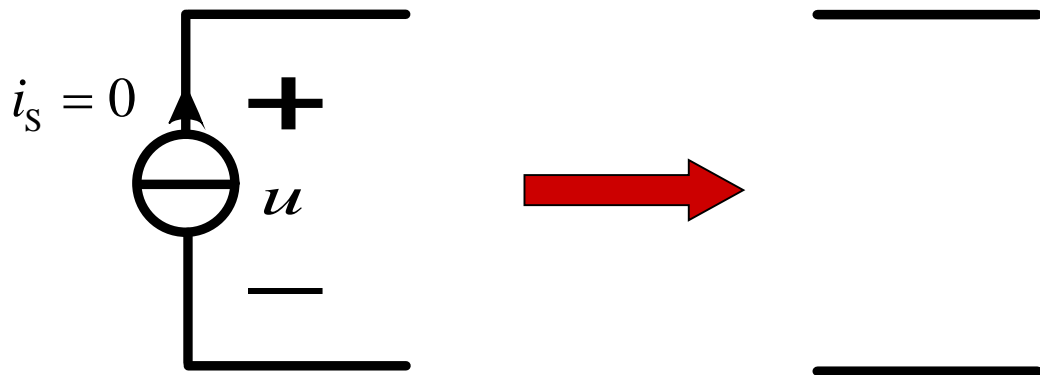
1.5 独立电源



若 i_s 是常量，称为直流电流源，记作 $i_s = I_S$

若 i_s 是时变量，记作 $i_s = i_s(t)$ 。

2) 电流源的源电流置零时，电流源的作用相当于断路。



1.5 独立电源

3) 电流源的功率

$$p = ui_s \quad \text{非关联参考方向} \rightarrow \text{发出的功率}$$

- 当 $p > 0$ ，即电流源工作在 $i-u$ 平面的一、三象限时，电流源实际发出功率，电流源处在供电状态。
- 当 $p < 0$ ，即电流源工作在 $i-u$ 平面的二、四象限时，电流源实际吸收功率，电流源处在用电状态，此情况下，电流源已成为负载。
- 也就是说，随着电流源工作状态的不同，它既可发出功率，也可吸收功率。

1.5 独立电源

例题:

计算图中电路各元件的功率。

解:

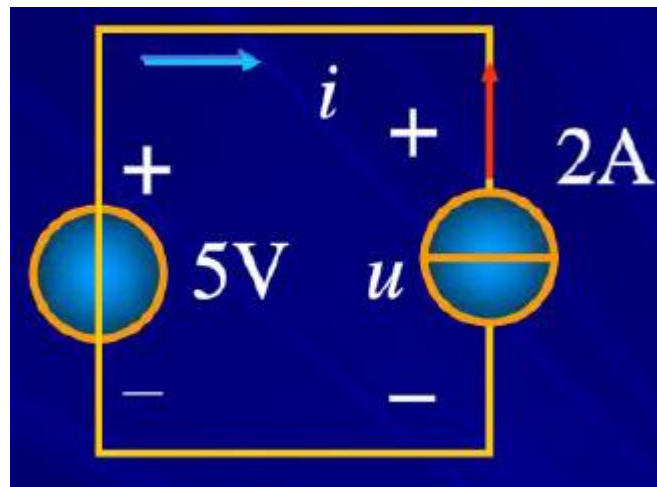
$$i = -i_S = -2A$$

$$u = 5V$$

$$p_{2A} = ui_S = 5V \times 2A = 10W \quad \text{发出}$$

$$p_{5V} = u_S i = 5V \times (-2A) = -10W \quad \text{发出 (实际为吸收)}$$

以上功率满足: $P(\text{发}) = P(\text{吸})$



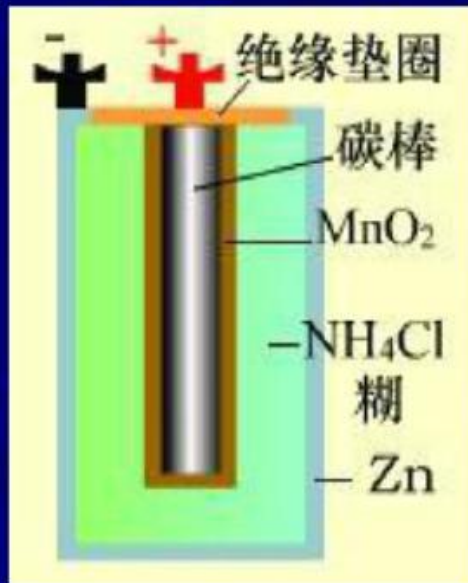
1.5 独立电源

实际电源

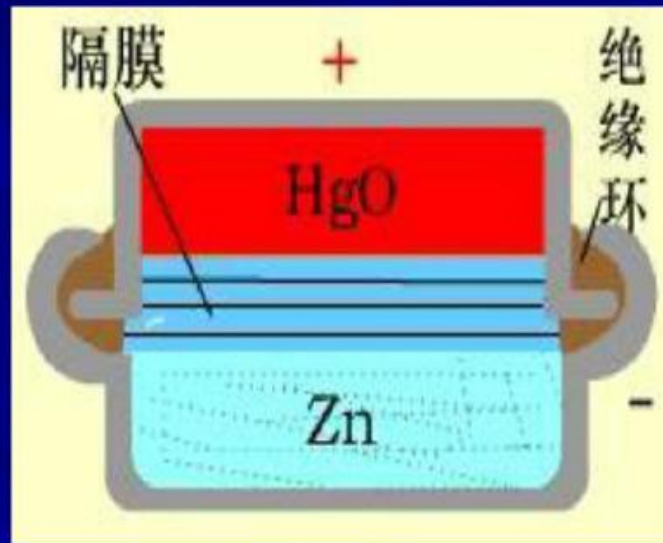
1. 干电池和钮扣电池（化学电源）

干电池电动势 $1.5V$ ，仅取决于（糊状）化学材料，其大小决定储存的能量，化学反应不可逆。

钮扣电池电动势 $1.35V$ ，用固体化学材料，化学反应不可逆。



干电池

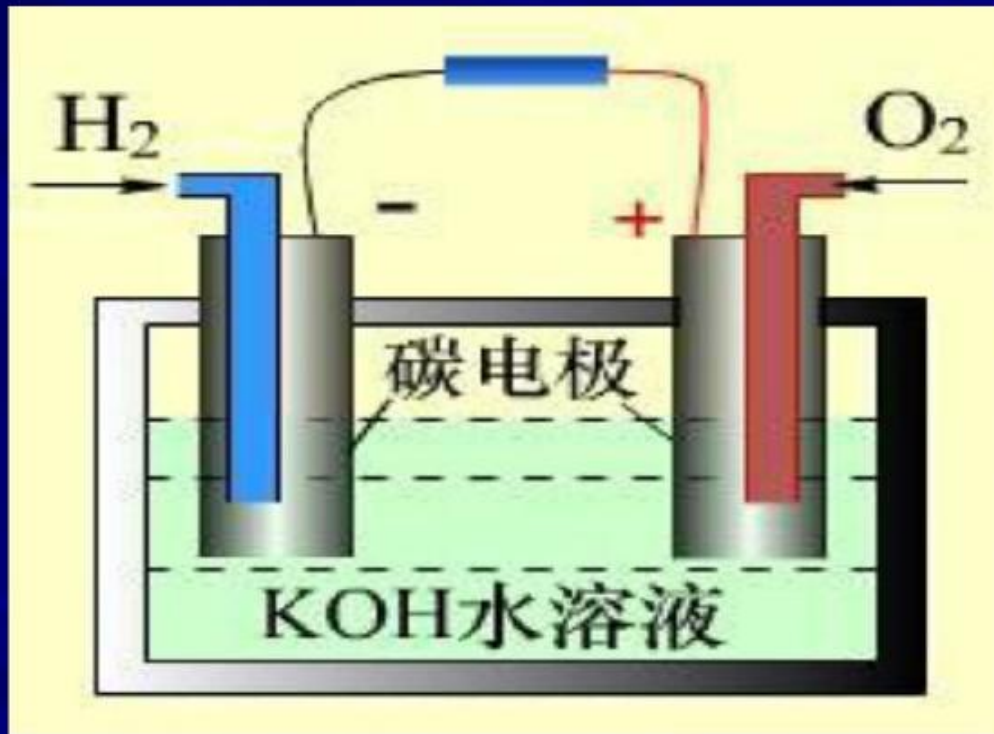


钮扣电池

1.5 独立电源

2. 燃料电池（化学电源）

电池电动势1.23V。以氢、氧作为燃料。约40-45%的化学能转变为电能。实验阶段加燃料可继续工作。



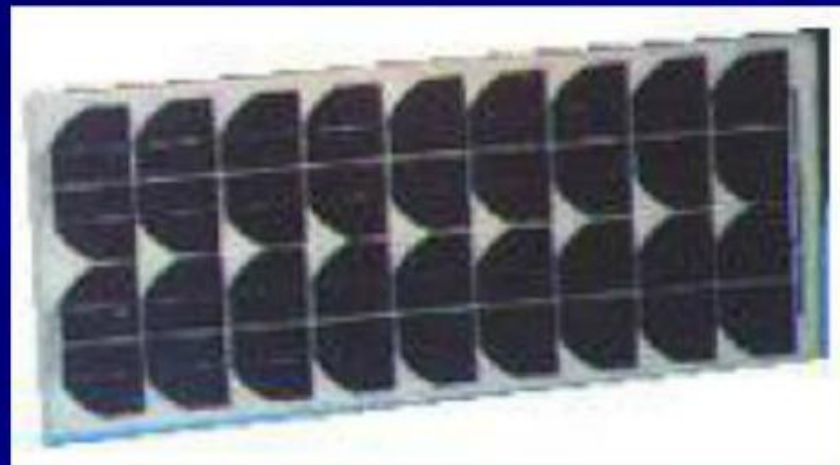
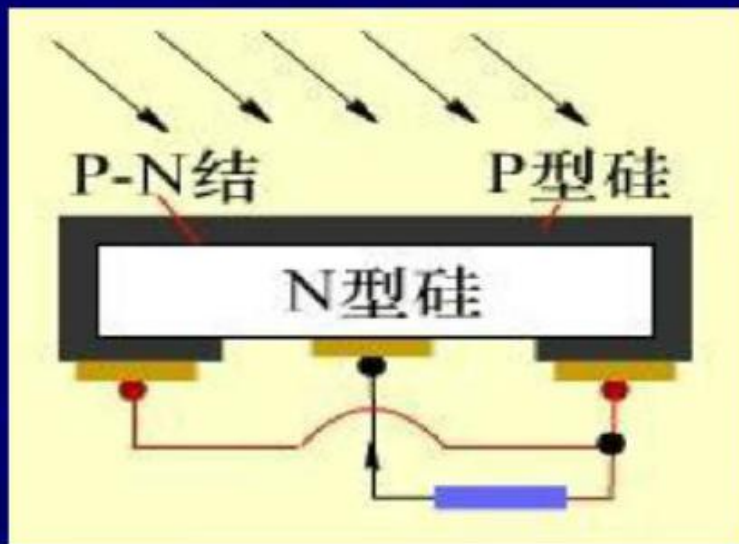
氢氧燃料电池示意图

1.5 独立电源

3. 太阳能电池（光能电源）

一块太阳能电池电动势**0.6V**。太阳光照射到**P-N结**上，形成一个从**N区**流向**P区**的电流。约**11%**的光能转变为电能，故常用太阳能电池板。

一个**50cm²**太阳能电池的电动势**0.6V**,电流**0.1A**

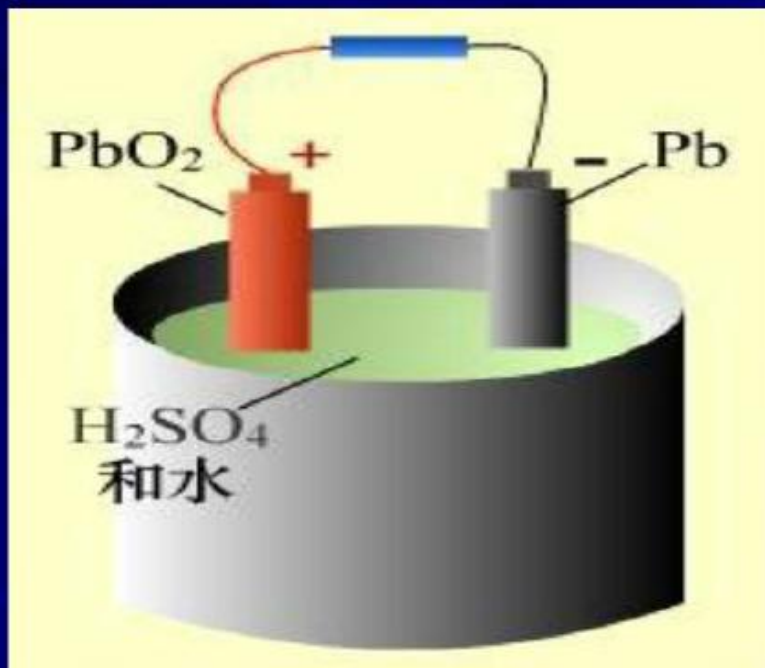


太阳能电池板

1.5 独立电源

4. 蓄电池（化学电源）

电池电动势2V。使用时，电池放电，当电解液浓度小于一定值时，电动势低于2V，常要充电，化学反应可逆。



蓄电池示意图



1.5 独立电源



发电机组

1.5 独立电源

直流稳压电源DP832A



恒流源SL1500



1.5 独立电源

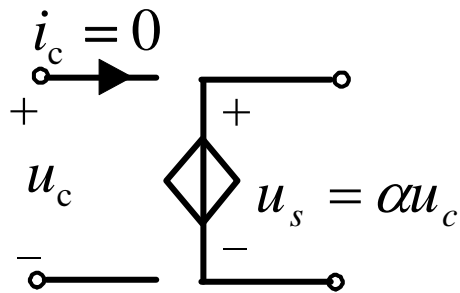
电压源和电流源特性的总结：

- 1) 电压源能提供一个确定的原电压，电流源能提供一个确定的原电流，故又称其为独立电源。
- 2) 电压源提供的电流和功率由外电路决定，电流源提供的电压和功率由外电路决定。
- 3) 电压源和电流源在电路中能够激发电压和电流，故称为**激励**，将电路中被激发的电压和电流称为〔是对激励的〕**响应**。
- 4) 电压源和电流源作为元件模型，能无限地对外提供电能，它们属于有源元件。
- 5) 电压源的源电压置零时，电压源的作用相当于短路。电流源源电流置零时，电流源的作用相当于断路。

1.6 受控电源

基本要求：掌握受控电源的概念、种类和它们的特性。

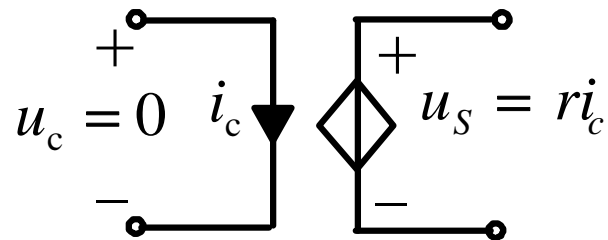
定义：源电压或源电流受电路中另一处的电压或电流控制，这类电源称为受控电源。若源电压(流)与控制电压(流)成正比关系。则此类受控源称为线性受控源。



(a) 电压控制电压源

VCVS

$$\begin{cases} u_s = \alpha u_c \\ i_c = 0 \end{cases}$$

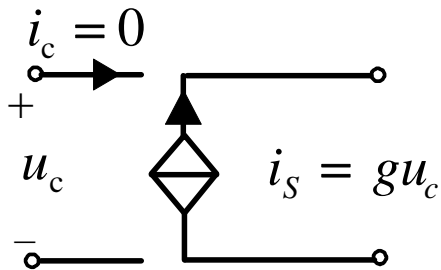


(b) 电流控制电压源

CCVS

$$\begin{cases} u_s = r i_c \\ u_c = 0 \end{cases}$$

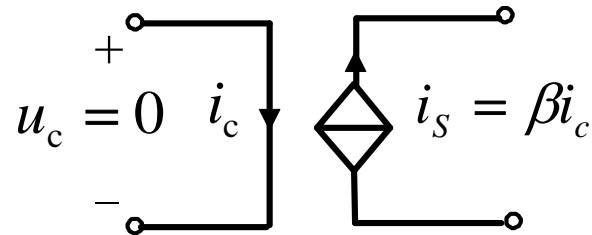
1.6 受控电源



(c) 电压控制电流源

VCCS

$$\begin{cases} i_s = g u_c \\ i_c = 0 \end{cases}$$



(d) 电流控制电流源

CCCS

$$\begin{cases} i_s = \beta i_c \\ u_c = 0 \end{cases}$$

注：各个控制系数都是常量，具有不同的量纲；同时，受控源属于有源元件，它有两个端口，又属二端口元件。

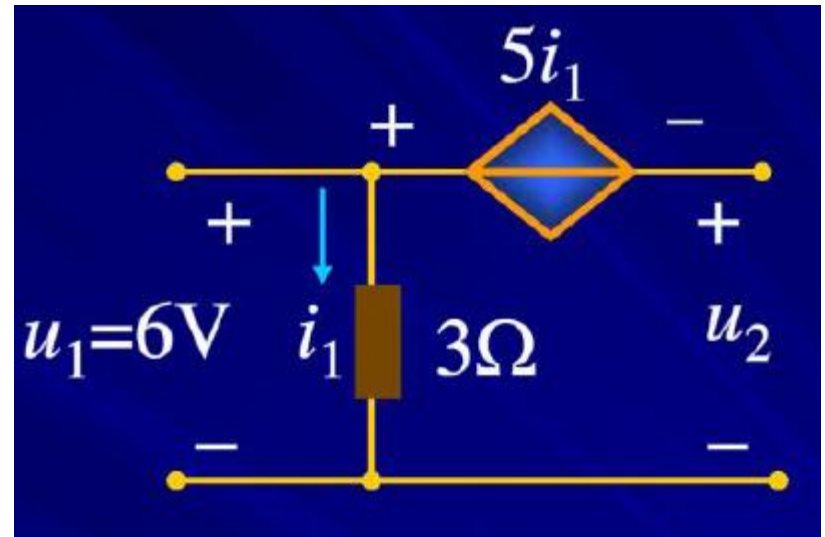
1.6 受控电源

例题：

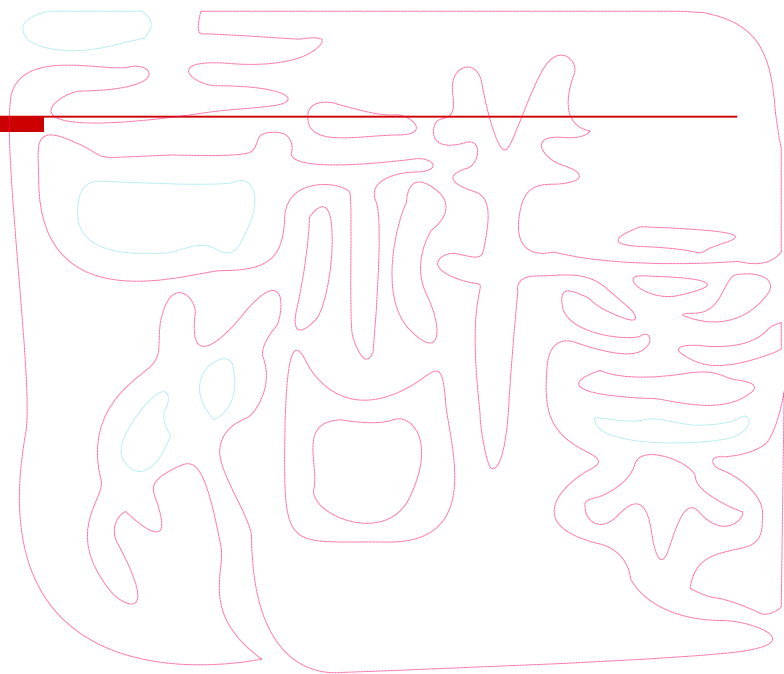
求电压 u_2 。

解：

$$i_1 = \frac{u_1}{3\Omega} = \frac{6V}{3\Omega} = 2A$$



$$u_2 = -5i_1 + u_1 = -10V + 6V = 4V$$



谢 谢 !

