

第二章 电阻电路的等效变换

- § 2-1 引言 练习题
- § 2-2 电路的等效变换
- § 2-3 电阻的串联和并联
- § 2-4 电阻的Y形连接和△形连接的等效变换
- § 2-5 电压源、电流源的串联和并联
- § 2-6 实际电源的两种模型及其等效变换
- § 2-7 输入电阻

HOME

NEXT

本章重点:

1. 电路等效的概念
2. 电阻的串、并联
3. 电压源和电流源的等效变换

END

HOME

BACK

§ 2-1 引言

电阻电路 → 由电源和线性电阻构成

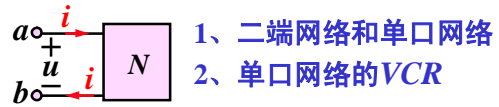
分析方法 → ① 两类约束关系;
② 等效变换的方法, 也称化简的方法。

END

HOME

§ 2-2 电路的等效变换

一、单口网络的VCR



- 1、二端网络和单口网络
- 2、单口网络的VCR

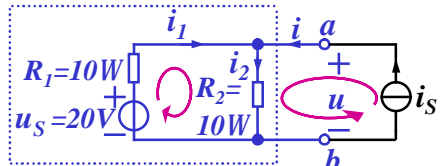
单口网络的VCR是由它本身决定, 和外电路无关, 因此我们可以在**任何外接电路**的情况下求它的VCR。

表示为: $u = u_X + R_X i$

HOME

NEXT

补例 求图示单口(一端口)网络的VCR。

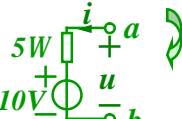


解: 假设外接电流源求解 $P \quad u = 10 + 5i$

KCL: $i_1 + i = i_2$

KVL: $u = 10 i_2,$

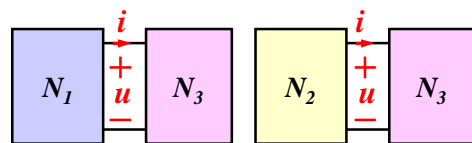
$20 = 10 i_1 + 10 i_2$



HOME

BACK NEXT

二、等效的概念 演示 等效及等效变换



HOME

BACK NEXT

电路等效变换

明确

①条件:

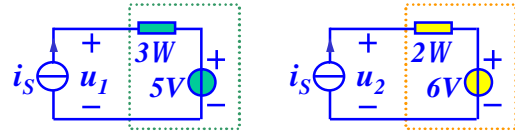
→ 两电路具有相同的VCR;

②对象:

→ 未变化的外电路的电压、电流和功率; (即对外等效, 对内不等效)

HOME

BACK NEXT



当 $i_s=1A$ 时, $u_1=u_2$ 但不是等效网络

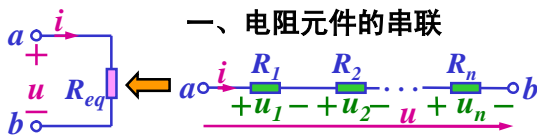
THE END

HOME

BACK NEXT

§ 2-3 电阻的串联和并联

一、电阻元件的串联



分压公式:

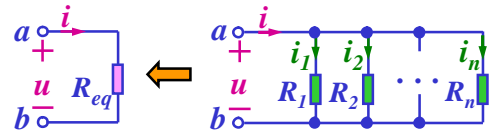
$$R_{eq} = \sum_{k=1}^n R_k$$

$$u_k = R_k i = \frac{R_k u}{R_{eq}}$$

HOME

BACK NEXT

二、电阻元件的并联



$$\frac{1}{R_{eq}} = \sum_{k=1}^n \frac{1}{R_k}$$

$$G_{eq} = \sum_{k=1}^n G_k$$

分流公式:

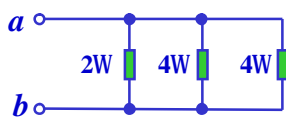
$$i_k = \frac{G_k i}{G_{eq}} = \frac{R_{eq} i}{R_k}$$

HOME

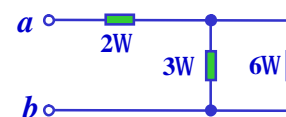
BACK NEXT

补例1 求: R_{ab}

(1) $R_{ab} = 1W$



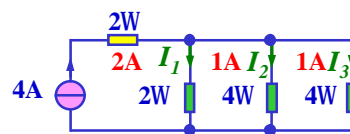
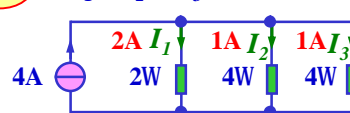
(2) $R_{ab} = 4W$



HOME

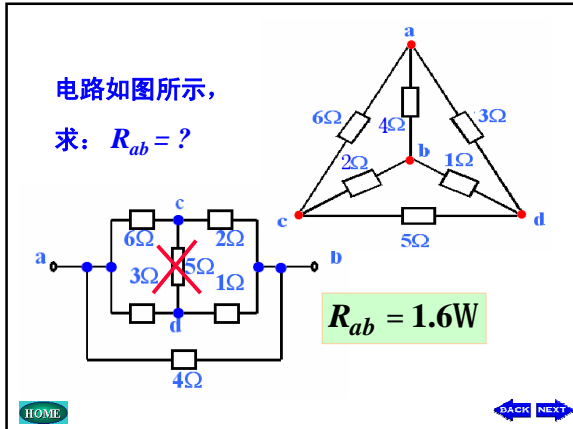
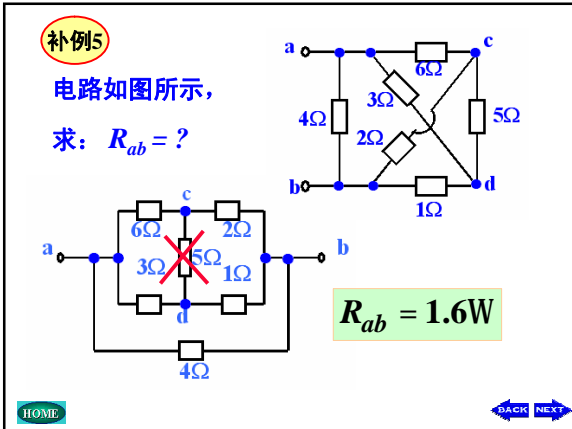
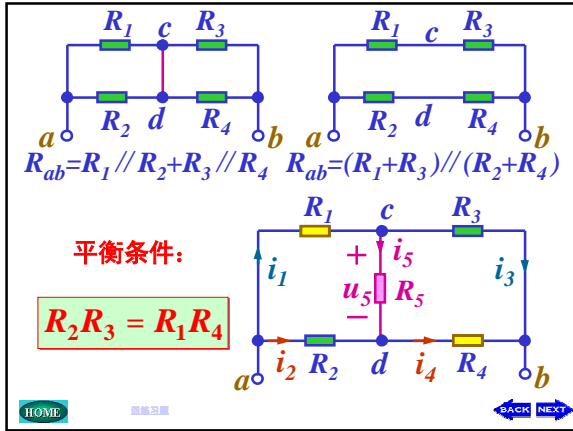
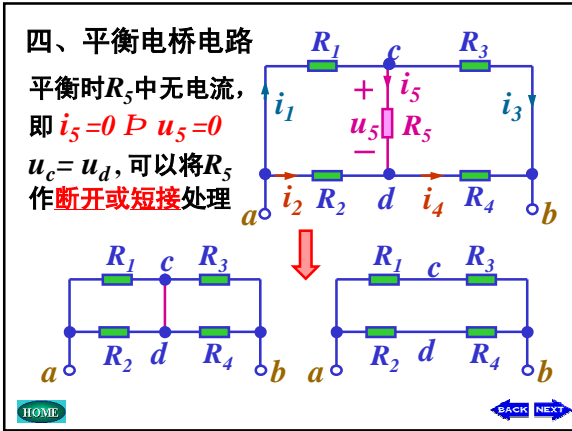
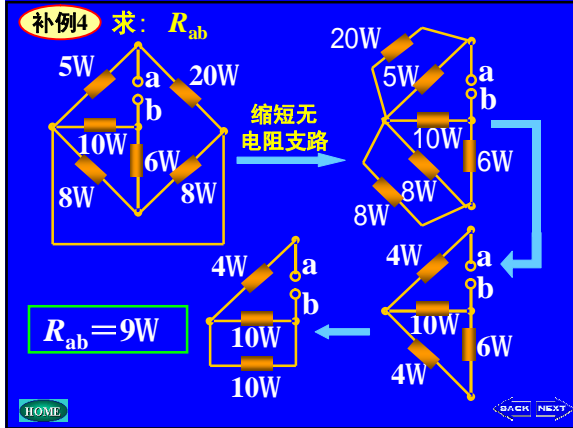
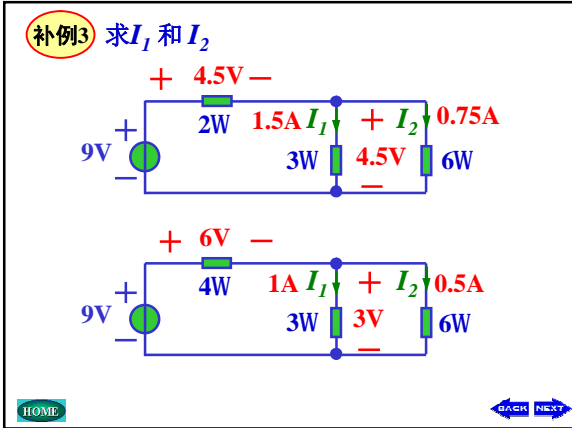
BACK NEXT

补例2 求 I_1 、 I_2 和 I_3



HOME

BACK NEXT



补例6 求: R_{ab} 对称电路 c、d 等电位

短路 $R_{ab} = R$

根据电流分配 $\rightarrow i_1 = \frac{1}{2}i = i_2$

$$u_{ab} = i_1 R + i_2 R = \left(\frac{1}{2}i + \frac{1}{2}i\right)R = iR$$

$$R_{ab} = \frac{u_{ab}}{i} = R$$

THE END

§ 2-4 电阻的Y形连接和△形连接的等效变换

如何求 R_{AB} ?

电桥平衡时

电桥不平衡时呢?

THE END

电阻网络的Y-D转换 (星-三角转换)

$$R_{12} = \frac{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_1 R_3}{R_3}$$

$$R_{23} = \frac{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_1 R_3}{R_1}$$

$$R_{31} = \frac{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_1 R_3}{R_2}$$

$$R_1 = \frac{R_{12} R_{31}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}}$$

$$R_2 = \frac{R_{12} R_{23}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}}$$

$$R_3 = \frac{R_{23} R_{31}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}}$$

三电阻相等 $R_D = 3R_Y$

THE END

补例 求负载电阻 R_L 消耗的功率

$I_L = 1A$

$P_L = R_L I_L^2 = 4W$

THE END

§ 2-5 电压源、电流源的串联和并联

一、电压源的串联

$$u_S = \sum_{k=1}^n u_{Sk}$$

注意 相同电压源才能并联, 电源中的电流不确定。

THE END

二、电压源和其它支路的并联

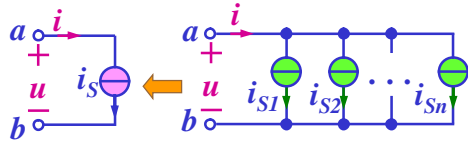
外部等效

虚元件

虚网络

THE END

三、电流源的并联



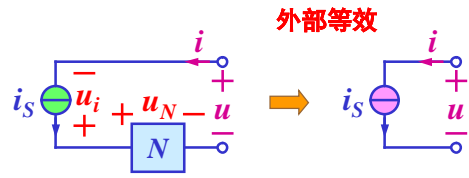
$$i_S = \sum_{k=1}^n i_{Sk}$$

注意 相同电流源才能串联, 电流源的端电压不能确定。

HOME

BACK NEXT

四、电流源和其它支路的串联



外部等效

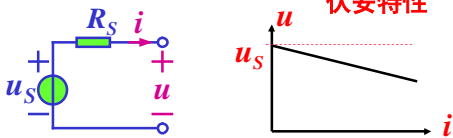
END

HOME

BACK NEXT

§ 2-6 实际电源的两种模型及其等效变换

一、实际电压源



R_S 称为电源的内阻或输出电阻

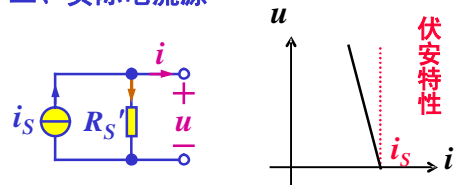
$$u = u_S - iR_S$$

$R_S = 0$, 理想电压源

HOME

BACK NEXT

二、实际电流源



$$u = (i_S - i) R_S' = i_S R_S' - i R_S'$$

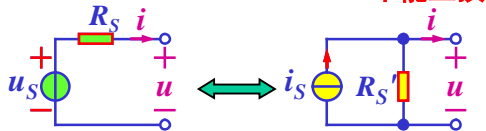
$R_S' \rightarrow \infty$, 理想电流源

HOME

BACK NEXT

三、两种电源模型的等效互换

!外部等效 !电源方向 !理想电源不能互换



$$u = u_S - iR_S$$

$$u = i_S R_S' - i R_S'$$

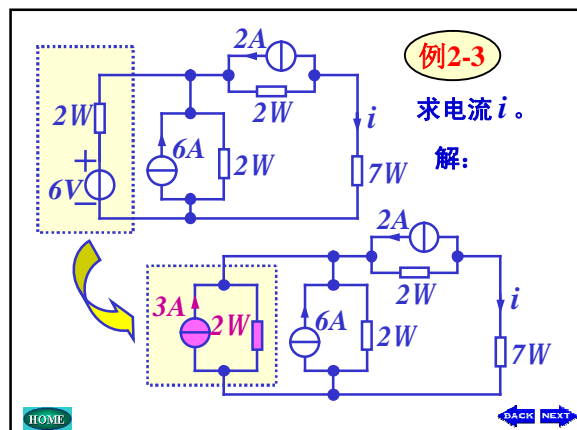
$$u_S = i_S R_S'$$

$$i_S = u_S / R_S$$

$$R_S = R_S'$$

HOME

BACK NEXT



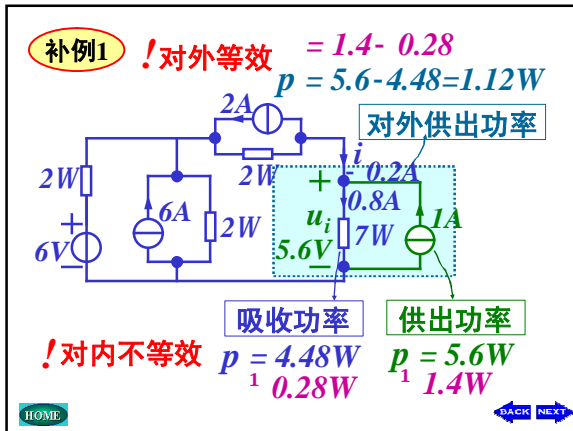
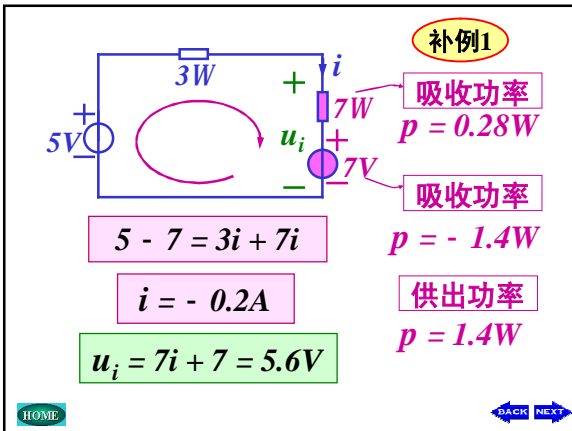
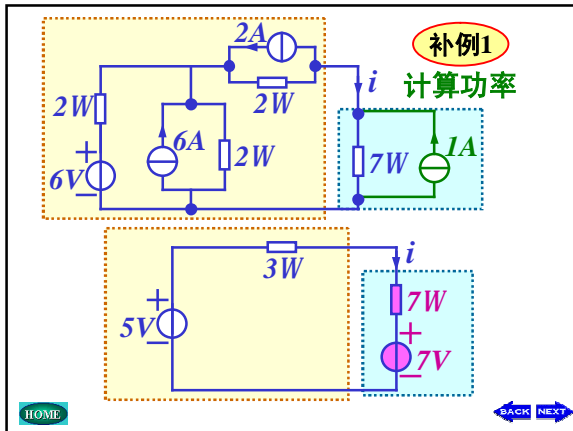
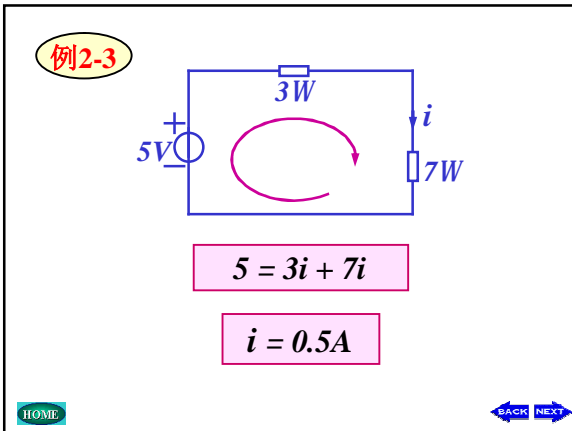
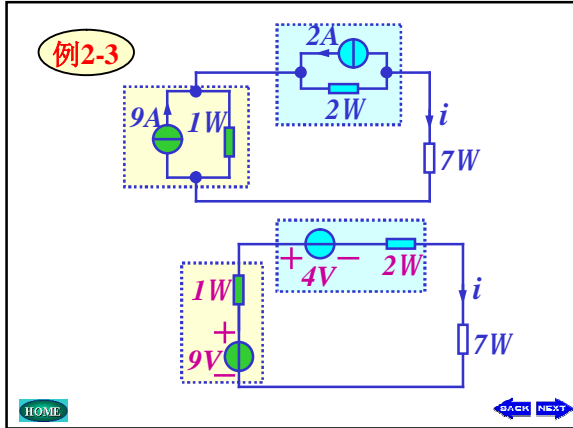
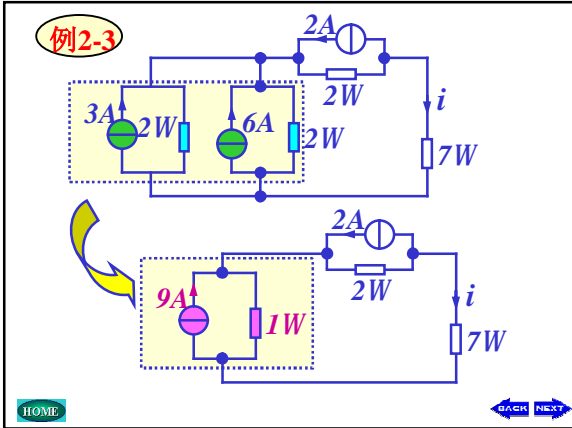
例2-3

求电流 i 。

解:

HOME

BACK NEXT



补例2

例：利用等效变换求单口网络的VCR。

注意 受控源也可以进行电源转换；但应注意不要丢失控制量。

HOME BACK NEXT

补例2

例：利用等效变换求单口网络的VCR。

HOME BACK NEXT

补例2

HOME BACK NEXT

补例2

$$u = -2i + i + 2i + 2$$

$$u = 2 + i$$

HOME BACK NEXT

补例3 求电流 I

$$I = \frac{20 - 40}{20} = -1A$$

HOME BACK NEXT

补例4 求电流 i_1

$$R = R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$$

$$Ri_1 + (R_2 // R_3)ri_1 / R_3 = U_S$$

$$i_1 = \frac{U_S}{R + (R_2 // R_3)r / R_3}$$

HOME BACK NEXT

讨论题

$I = ?$

哪个答案对

$$\begin{cases} I = \frac{10}{2} = 5 \text{ A} & \text{O} \\ I = \frac{10}{2} + 2 = 7 \text{ A} & \text{X} \\ I = \frac{10 - 4}{2} = 3 \text{ A} & \text{X} \end{cases}$$

HOME BACK

§ 2-7 输入电阻

输入电阻: **条件: 无源网络**

$$R_{in} \stackrel{def}{=} \frac{u}{i}$$

HOME NEXT

输入电阻的求解

补例1 求如图所示一端口网络的输入电阻

可由电阻的等效变换求解

$$R_{in} = 4 // 4 + 1 // 1 = 2.5 \Omega$$

HOME BACK NEXT

补例2 求如图所示一端口网络的输入电阻

由伏安法求解: 外加电源, 找端口电压和电流的关系。

$$u = -i + 4 \times 0.5i = i$$

$$R_{in} = u / i = 1 \Omega$$

HOME BACK

镜象对称:

关于轴线左右对称

特点: 1. 相互对称的(结)点电位相等
2. 相互对称的支路中的电流大小相等, 方向对称

分析方法: 1. 短接法: 将电位相等的(结)点短接
2. 剖分法: 断开联结在等电位点间的支路, 和轴线重合的支路剖分为二, 分别接入左右两边的电路。

HOME BACK NEXT

镜象对称:

HOME BACK NEXT

旋转对称:

关于轴线旋转 180° 对称

特点: 1. 相互对称的(结)点电位相等
 2. 相互对称的支路中的电流大小相等, 方向对称

分析方法: 1. 短接法: 将电位相等的(结)点短接
 2. 剖分法: 断开联结在等电位点间的支路(包括和轴线重合的支路), 不交叉的支路断开后在各自的一边联结起来。

HOME BACK NEXT

旋转对称:

HOME END BACK