

# 第一章 电路的基本概念和基尔霍夫定律

主要内容：

1. 电路的基本变量  $i(t)$ ,  $u(t)$ ,  $p(t)$

电流、电压及其参考方向；电流与电压的关联参考方向（影响功率、元件 VCR 等表达式）；

功率：支路在单位时间内吸收的电能。

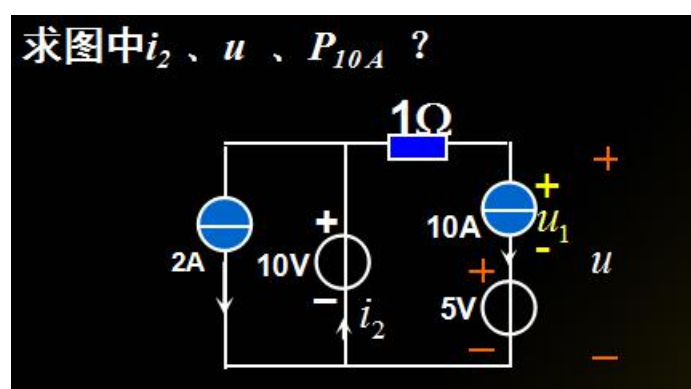
2. 电路相关名词：支路、节点、回路、网孔

3. **基尔霍夫电流定律 (KCL)**：适用于节点、割集（广义节点）。表述为：对于任意集中参数电路中的任一节点，在任一时刻，流入（或流出）该节点的所有支路电流代数和为零。

4. **基尔霍夫电压定律 (KVL)**：体现在各个回路上。表述为：对任意集中参数电路中的任一回路，在任一时刻，沿该回路所有支路电压降的代数和为零。先设回路参考方向，若支路参考极性与回路绕行方向一致取正，相反取负。再考虑支路电压真实极性与参考极性间的关系。

5. 四种电路基本元件（电阻元件、电压源、电流源、受控电源）及其特性

例题：



## 第二章 电阻电路的等效变换

### 主要内容：

#### 1. 单口网络（二端网络）的等效电路

等效的意思就是对于任何外电路，端口的 VCR 都相同，所以求等效电路实际上就是求该单口网络的 VCR。

(1) 电阻串并联的等效，太简单了，不讲

(2) 多个电压源的串联，多个电流源的并联，电压源与其他元件或支路的并联，电流源与其他元件或支路的串联。

(3) 实际电源的两种电路模型以及两者的等效变换（注意方向）

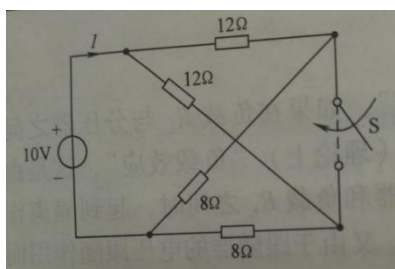
#### 2. 受控电源的等效变换

不含独立源只含受控源和电阻的单口网络可以用一个等效电阻代替，这个等效电阻可能取负值，表示供出能量。

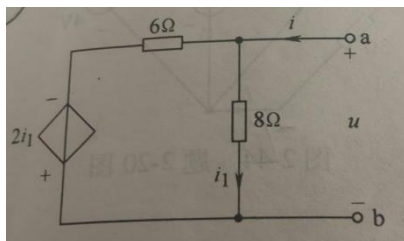
#### 3. T 型网络与 $\pi$ 型网络的等效变换

### 例题：

1. 求下图所示电路中开关 S 断开和闭合时的电流 I。

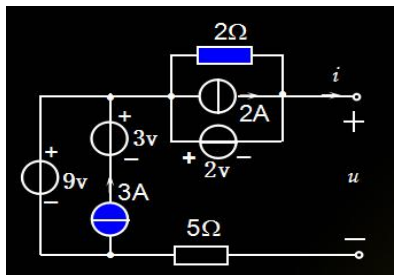


2. 求等效电路



（不含独立源而含受控源和电阻的单口网络，先列端口 VCR，将其化为只含  $u$ 、 $i$  的形式，根据式子得等效电路

3. 求等效电路



### 第三章 线性电路的一般分析方法

主要内容：

1. 几个概念：树；割集，基本割集；回路，基本回路（会考，送分的）

2. 电路的独立变量

独立变量的概念：需要满足独立性和完备性；

独立电流变量：网孔电流（网孔分析法），连支电流；

独立电压变量：节点电压（节点分析法），树支电压。

3. 列网孔方程的规则：本网孔的自电阻乘以本网孔电流，加上所有和本网孔相关的互电阻（注意正负）相关网孔电流的各项，等于本网孔所含所有电源两端电压升的代数和。

两种情况：（1）电路含有电流源：电流源支路为边沿支路；电流源支路为两个网孔所共有；电流源并电阻的支路可转换为电压源并电阻的形式。（2）电路含有受控源。

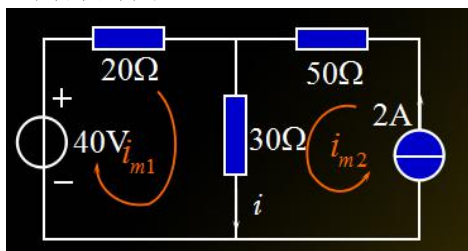
4. 列节点方程的规则：本节点电压乘以本节点自电导加上所有和本节点相关的互电导（全为负值）乘以相关节点电压的各项，等于流入本节点的所有电源电流的代数和。

两种情况：（1）电路含有电压源：含有一个电压源或含有多个电压源且有公共点；含多个电压源且它们之间没有公共点；电压源串电阻的支路可转换为电流源并电阻的形式。（2）电路含有受控电源。

例题：

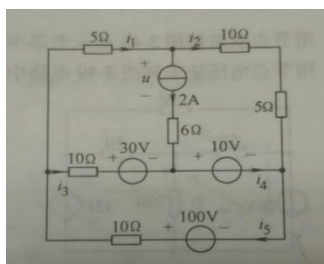
一、网孔法（设网孔电流→看有无电流源或受控电压源→根据规则列网孔方程和补充方程）

1. 列网孔方程



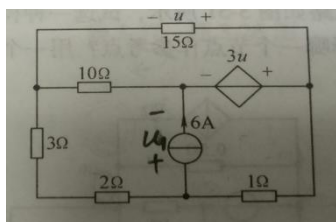
电流源位于电路边沿时，它们所在的网孔的网孔电流就是电流源的电流，可直接写出，只需对其他网孔列网孔方程。

2. 列写网孔方程



电流源为两个网孔所共有时，要设出电流源两端电压，根据网孔法列出各网孔方程后，要列一个由该电流源的电流所得的补充方程。（增加了一个未知量需要多列一个独立方程来确定）

3. 列写网孔方程

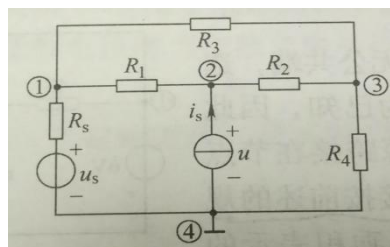


含有受控源时，先将受控源看作独立源来列写网孔方程，为受控电流源时，具体情况与上述三种相同，只不过要在最后多列一个补充方程，即将控制量用相关网孔电流表示出来的方程。

4. 支路里有电流源与电阻并联的形式，此时直接将其改化为电压源串电阻的等效形式再列网孔方程。

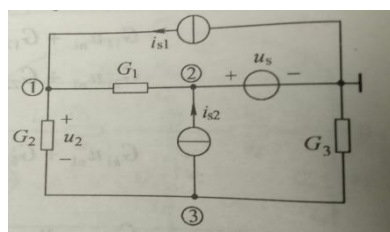
## 二、节点法（找节点标号→看有无电压源或受控源→根据规则列写节点方程和补充方程）

1. 用节点电压法求电流源端电压  $u$ 。



电压源串电阻支路转换成电流源并电阻支路

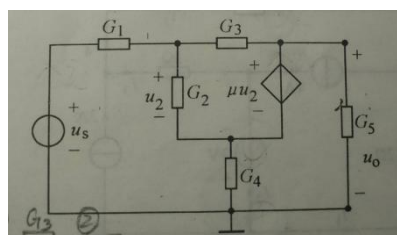
2. 用节点法求  $u_2$ 。



电路含有一个电压源或多个有公共点的电压源的处理方式是一样的，设单个电压源的负端、公共点为参考点，则电压源另一端的节点电压就为已知量，可以直接写出，再对其他节点列方程。

3. 多个电压源没有公共点时，选其中一个电压源接地，另外的电压源支路上设一个电流。在最后列补充方程，这个补充方程是关于设电流的电压源支路相关的节点电压之间的。例题见课本五十四页例十。

4. 列出求  $u$ 。所需要的节点方程。



含有受控源电路，也是将受控源看作理想电源来列写节点方程，最后多列一个补充方程，将控制量用相关节点电压表示。

例 3-7，例 3-10，题 3-7，题 3-15，题 3-19

## 第四章 电路定理

主要内容：

1. 叠加定理（比例性或称齐次性，叠加性），需注意在含受控源的网络中只对每一个**独立源**的响应分量进行叠加，**不包括受控源**。电源“置零”的意思。

2. 置换定理：已知某网络的端口电压和电流可用独立电源置换。

3. **戴维南定理、诺顿定理**：任何线性含源单口网络  $N$  对其端钮而言都可以用一个电压源串联电阻或者一个电流源并联电阻的支路等效代替。其中电压源的电压为单口网络的开路电压  $u_{oc}$ ，电流源的电流值为单口网络的短路电流  $i_{sc}$ 。

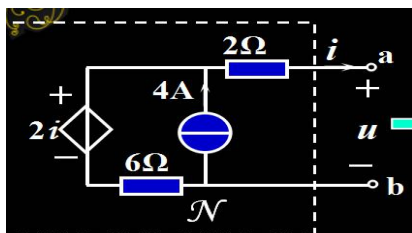
**$R_o$  的求法**：（1）运用串并联公式。仅适用于  $N$  由纯电阻组成的单口网络。（2）外加电压（或电流）法。适用于  $N$  为任意的情况，是求  $R_o$  的一般方法。（3）短路电流法。适用于单口网络  $N$  的  $u_{oc}$ ， $i_{sc}$  不为零的任意情况。

4. 最大功率传递定理：给定单口网络后，将其化为戴维南或诺顿等效电路，当**负载电阻与  $R_o$  相等**时有最大功率。

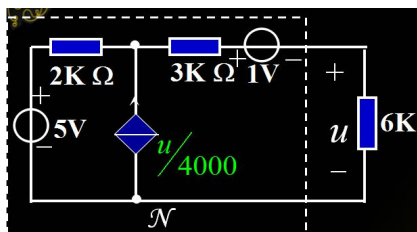
5. 互易定理

例题：

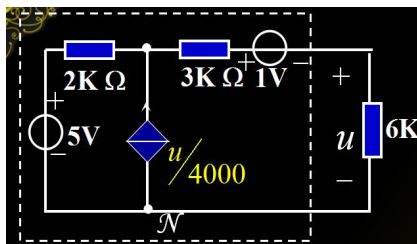
1. 求下图所示电路的戴维南等效电路并写出其 VCR



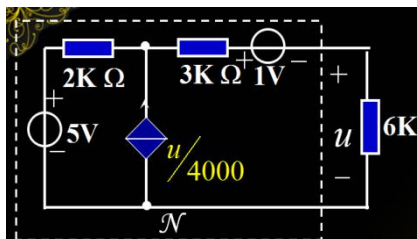
2. 求  $u$



3. 用外加电压法求  $R_o$ 。



4. 用短路电流法求  $R_o$ 。



例 4-6，例 4-10，例 4-13，题 4-5，题 4-19，题 4-26，题 4-29

## 第五章 电容元件和电感元件

主要内容：

1. 线性时不变电容元件 VCR 的微分、积分式
2. 通过电容的电流有界，电容电压不能跃变
3. 电容的储能
4. 线性时不变电感元件 VCR 的微分、积分式
5. 电感两端电压有界，电感电流不能跃变
6. 电感的储能表达式

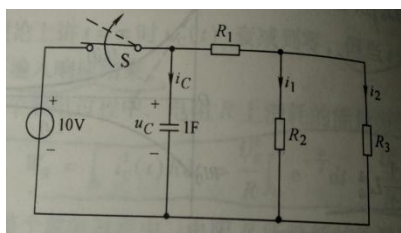
## 第六章 一阶电路

主要内容：

1. 换路定律
2. RL、RC 电路的零输入响应和零状态响应以及全响应（注意  $\tau$  式中 R 的表示意义）
3. 直流一阶电路三要素法
4. 阶跃响应：单位阶跃函数、延迟单位阶跃函数

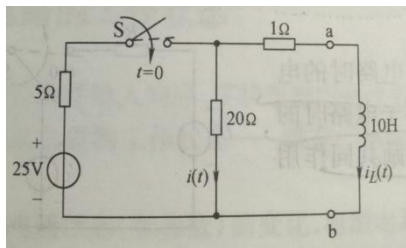
例题：

1. 已知  $R_1 = 3\Omega$ ,  $R_2 = 6\Omega$ ,  $R_3 = 3\Omega$ , 在  $t=0$  时刻换路, 换路前电路已经达到稳态, 求  $i_1(t)$  和  $i_2(t)$ ,  $t \geq 0$ 。



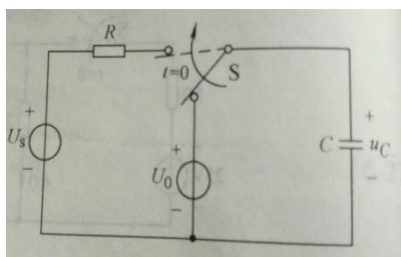
求  $u_c$  和  $R_o$ 。→得  $\tau$ , 直接代入得  $u_c(t)$  表达式 → 用电压为  $u_c(t)$  的电压源置换电容 → 求其他  $u(t)$  和  $i(t)$ 。

2. 如图所示电路在  $t=0$  时刻换路, 已知  $i_L(0)=0$ , 求  $t \geq 0$  时  $i_L(t)$  和  $i(t)$ 。



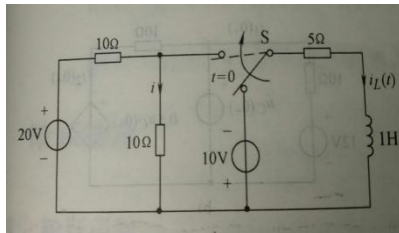
将电路化为戴维南等效电路得到  $R_o$ , 并得到  $\tau$  → 求在  $t=\infty$  时的  $i(\infty)$  为  $I_s$  → 代入表达式

3. 如图电路在  $t=0$  时刻换路, 求  $u_c(t)$ ,  $t \geq 0$ 。



全响应=零状态响应+零输入响应

4. 如图电路在  $t=0$  时刻换路，换路前电路已经达到稳态，求  $t \geq 0$  时候的  $i_L(t)$  和  $i(t)$ 。



求初始值  $f(0+)$  → 求稳态值  $f(\infty)$  → 化戴维南等效电路求出时间常数  $\tau$  → 套进三要素法的式子

例 6-6   例 6-7   题 6-13   题 6-22   题 6-29

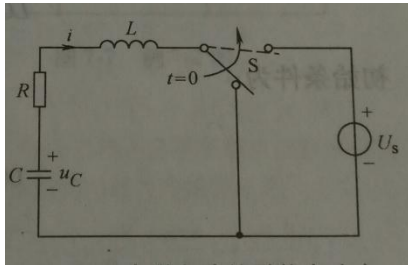
## 第七章 二阶电路

主要内容：

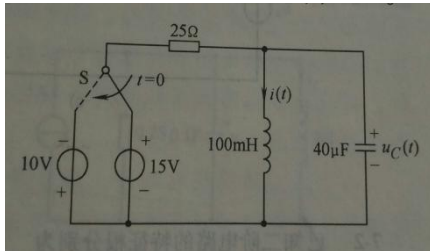
1. RLC 串联电路的零输入响应：电路方程三个；微分方程特征根（固有频率）； $u_C(t)$  四种解的形式（主要是前两种）。【GCL 并联电路利用对偶关系可得】
2. RLC 串联电路的零状态响应：电路方程三个； $u_C(t)$  解的形式； $u_{Ch}(t)$  解的形式。【GCL 并联电路利用对偶关系可得】
3. RLC 串联电路的全响应：三个电路方程； $u_C(t)$  解的形式； $u_{Ch}(t)$  解的形式。【GCL 并联电路利用对偶关系可得】

例题：

1. 如图所示电路， $R=3\Omega$ ， $C=1F$ ， $L=2H$ ， $U_S=10V$ ，求  $t \geq 0$  时刻的  $u_C(t)$ 。



2. 如图电路在  $t=0$  时刻换路，换路前电路已经达到稳态，求  $t \geq 0$  时候的  $i(t)$ 。



例 7-1， 题 7-4

## 第八章 正弦稳态电路分析

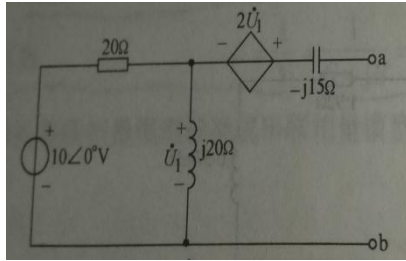
主要内容：

1. 相量的引入
2. 基尔霍夫定律的相量形式
3. R/L/C 三种元件的电压电流关系的相量形式

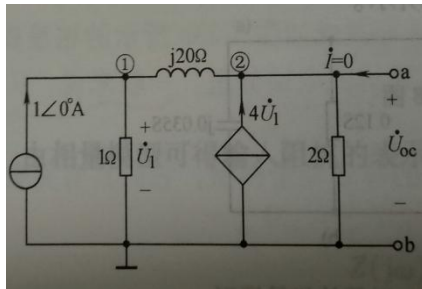
例题：

1. 求该单口网络的等效相量模型





2. 求该单口网络的等效相量模型



例 8—13, 例 8—14, 例 8—16; 题 8—28, 题 8—31