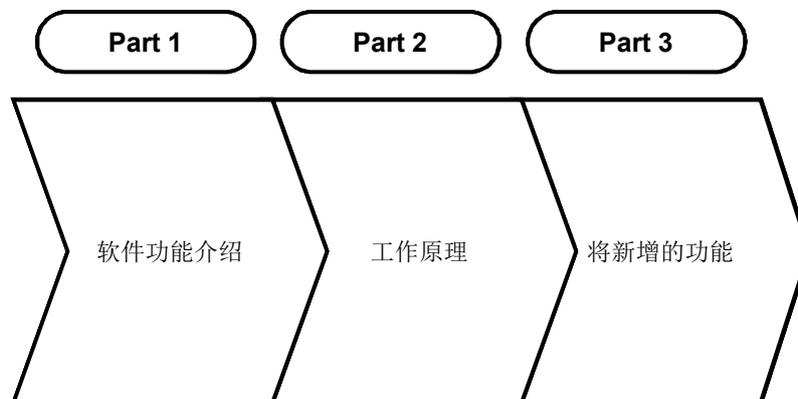


# 自制电路分析软件

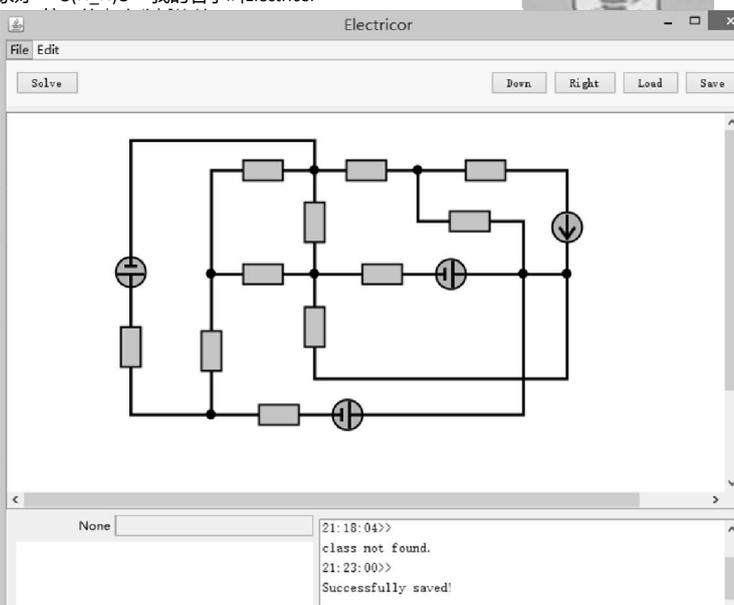
合作者：PB13203166 魏家一  
PB13203192 曾若兰

## 内容提要



### 软件功能

- 大家好 O(n\_n)O 我的名字叫Electricor
- 我是用
- 我可以智能
  - 可智能拖动
  - 能自动产生
  - 漂亮的可视
  - 友好的界面
- 并求解电路：
  - 支持精确求
  - 甚至支持符
- 右侧展示的就



The screenshot shows the Electricor software window. The main area displays a complex circuit diagram with multiple resistors, voltage sources, and current sources. The interface includes a menu bar (File, Edit), a toolbar (Solve, Down, Right, Load, Save), and a terminal window at the bottom right. The terminal window shows the following output:

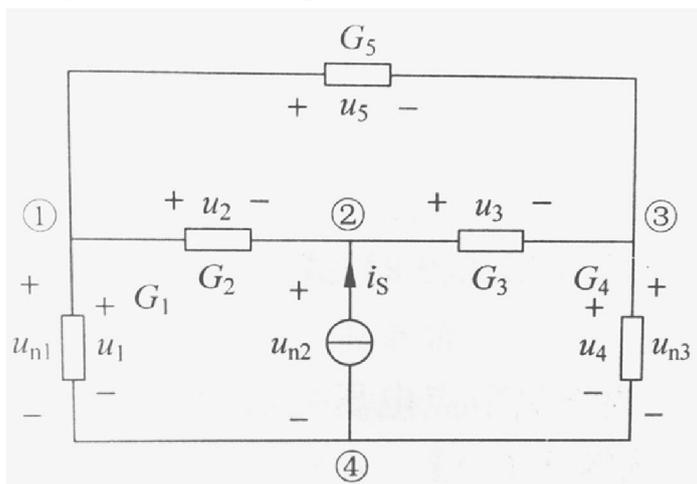
```

21:18:04>
class not found.
21:23:00>
Successfully saved!

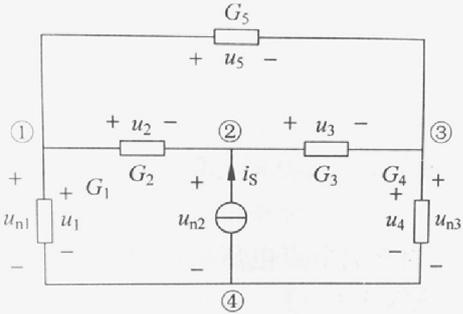
```

## 利用原理：节点分析法

**节点分析法：**以电路中各节点电压（相对于参考点）作为未知变量来列写方程，从而求解节点电压，进而求取支路电压和支路电流的方法。首先我们来看一个简单的电路，帮助大家了解节点分析法。



先对电路中的节点1、2、3列写方程（式1）

$$\begin{cases} G_1 u_1 + G_2 u_2 + G_5 u_5 = 0 \\ -G_2 u_2 + G_3 u_3 - i_s = 0 \\ -G_3 u_3 + G_4 u_4 - G_5 u_5 = 0 \end{cases}$$


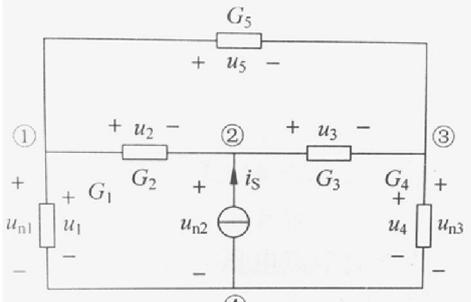
式1中各支路的电压可如下表示（式2）：

$$\begin{cases} u_1 = u_{n1} \\ u_2 = u_{n1} - u_{n2} \\ u_3 = u_{n2} - u_{n3} \\ u_4 = u_{n3} \\ u_5 = u_{n1} - u_{n3} \end{cases}$$

将（式2）代入（式1），整理得：

$$\begin{pmatrix} G_1 + G_2 + G_5 & -G_2 & -G_5 \\ -G_2 & G_2 + G_3 & -G_3 \\ -G_5 & -G_3 & G_3 + G_4 + G_5 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u_{n1} \\ u_{n2} \\ u_{n3} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ i_s \\ 0 \end{pmatrix}$$

将其简写为：

$$\begin{pmatrix} G_{11} & G_{12} & G_{13} \\ G_{21} & G_{22} & G_{23} \\ G_{31} & G_{32} & G_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u_{n1} \\ u_{n2} \\ u_{n3} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} i_{s11} \\ i_{s22} \\ i_{s33} \end{pmatrix}$$


根据以上表述，通过观察很容易将节点方程的列写推广到一般情况。具有n个独立节点的线性电阻电路的节点方程的形式可写为：

$$\begin{pmatrix} G_{11} & G_{12} & \cdots & G_{1n} \\ G_{21} & G_{22} & \cdots & G_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdots & \cdot \\ G_{n1} & G_{n2} & \cdots & G_{nn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} U_{n1} \\ U_{n2} \\ \cdot \\ U_{nn} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} i_{s11} \\ i_{s22} \\ \cdot \\ i_{snn} \end{pmatrix}$$

我们将它简写为：

$$GU = I_s$$

G的对角元素 $G_{ii}$ 是节点i连接的各支路的电导总和；  
G的非对角元素 $G_{ij}$ 是节点i和节点j之间支路的电导的负值。  
这种形式非常紧凑，也便于计算机求解。

现在具备了预备知识，让我们来看看Electricor的求解电路的算法吧

- 前述的节点分析法求解只适用于仅有电压源的电路，但如果电路里面既有电流源又有电压源呢(⊙o⊙)？

我们将节点方程写为下面的形式

$$GU = I_{\text{真}} + I_s$$

其中  $I_{\text{真}}$  是由电流源产生的电流向量，而  $I_s$  则是电压源产生的电流向量。由于  $U = U_{\text{真}} + U_s$ ，方程是线性的，所以它可以写成

$$\begin{cases} GU_s = I_s \\ GU_{\text{真}} = I_{\text{真}} \end{cases}$$

第二个方程用即是之前讲过的节点法能直接求解的情况，下面我们来介绍一下我们的程序是怎么解决第一个方程的

- 我们引入一个拓扑矩阵  $T$

$$T_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{如果第}i\text{个电压源有电流流进第}j\text{个节点} \\ -1 & \text{如果第}i\text{个电压源有电流流出第}j\text{个节点} \\ 0 & \text{其余情况} \end{cases}$$

列出方程组（其中  $E$  是一个向量，第  $k$  个元素是第  $k$  个电压源的值）

$$\begin{cases} G U_S = I_S \\ T U = E \end{cases}$$

我们记  $I$  是流过电压源的电流向量（ $I$  的第  $k$  个元素是电压源流过第  $k$  个节点的电流），则恰好还有

$$I_S = T^T I$$

接下来，我们让Java调用Mathematica中的一个函数（其中矩阵  $m$  和  $b$  必须为已知矩阵）

### LinearSolve

`LinearSolve[m, b]`  
求解矩阵方程  $m \cdot x == b$  的  $x$ .

我们注意到在这个问题中：

$$\begin{aligned} & U = \text{LinearSolve}[G, T^T \circ I] \\ \text{等价于} & \quad U = \text{LinearSolve}[G, T^T] \circ I \end{aligned}$$

$$\text{记作} \quad U = X \circ I$$

$$\text{由第二式得:} \quad T \circ X \circ I = E$$

$$\text{于是解出电压源电流:} \quad I = \text{LinearSolve}[T \circ X, E]$$

$$\text{代回可得节点电压} \quad U = X \circ I$$

## 将新增的功能

### 1、炫酷且直观的可视化效果

我们打算让用户能亲眼看见电路中的电流！

用户启用此功能之后，背景会骤然变暗，而每根导线都将被电流点亮，并且它的亮暗程度会直观地反应流经的电流大小。

本功能将使得电路的各种信息跃然纸上，生动形象，给你独一无二额体验。

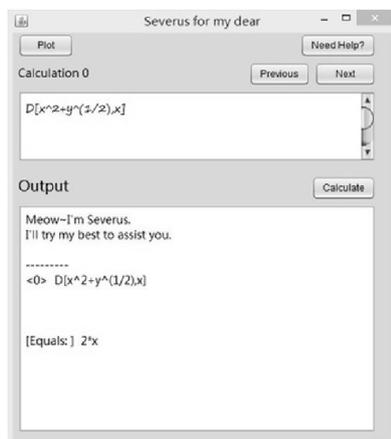
### 2、丰富电路元件的种类，并且能够实现简单的无穷网络的求解



Severus

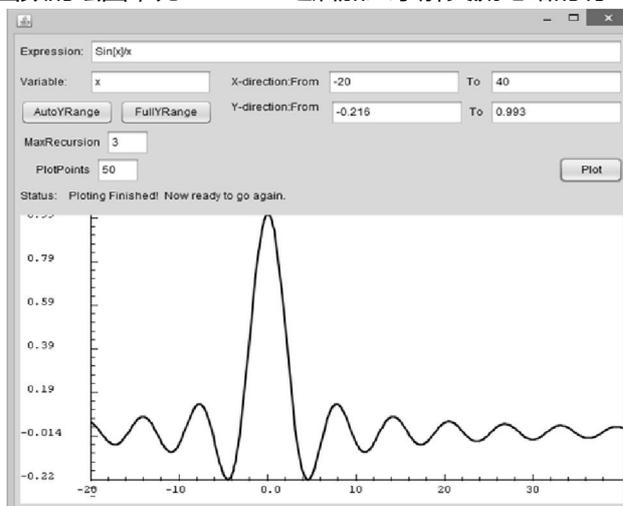
### 3、调用自己编写的其它科学计算软件，无需安装Mathematica。

目前已经编写了科学计算软件Severus,它具有数值计算，求导等功能。



- Severus还实现了函数的绘图，为Electricor之后加入求解交流电路的功能做准备。

Severus的  
各种功能也  
尚待完善



注：Electricor的使用方法详情参见《Electricor使用说明书》

参考文献：

《电路分析基础》 陈洪亮等编著 清华大学出版社

《电磁学与电动力学（上册）》 叶邦角等编著 科学出版社

感谢大家的收听O(∩\_∩)O

