

## 全球最专业的电力电子仿真系统-PLECS

瑞士 Plexim GmbH 公司开发的系统级电力电子仿真系统 PLECS，目前在欧美使用的非常流行。PLECS 是一款用于电路和控制结合的系统的多功能仿真系统，尤其适用于电力电子和传动系统。无论是在工业领域中的开发者或是学术研究者，PLECS 都能够加速您对电气系统的设计和分析，大大缩短产品研发周期，提高科研效率。

PLECS 以其准确快速的性能、友好的操作界面和诸多有意义的波形分析工具等众多优势，成为当今电力电子工程师追捧的一款仿真软件，被誉为“全球最专业的电力电子仿真系统”。

PLEXIM GmbH 公司打破了传统意义上的软件开发战略，八年来，该公司采集全球超过 40 多个国家的 PLECS 用户的反馈，对 PLECS 进行定期升级，增加更多符合电力电子研发工作人员使用的新功能，使得 PLECS 越来越多的受到使用者的青睐。

### 一、PLECS 产品组成

如今的 PLECS，已经拥有 PLECS Blockset（嵌套版本）（PLECS 作为在 MATLAB®/Simulink® 运行环境下的一款高速电力电子电路仿真系统）和 PLECS Standalone 版本（独立版本）两个版本。版本也由 2002 年的 1.0.1 升级至如今的 3.2.4。

#### 1、PLECS Blockset (MATLAB/Simulink 嵌套版)

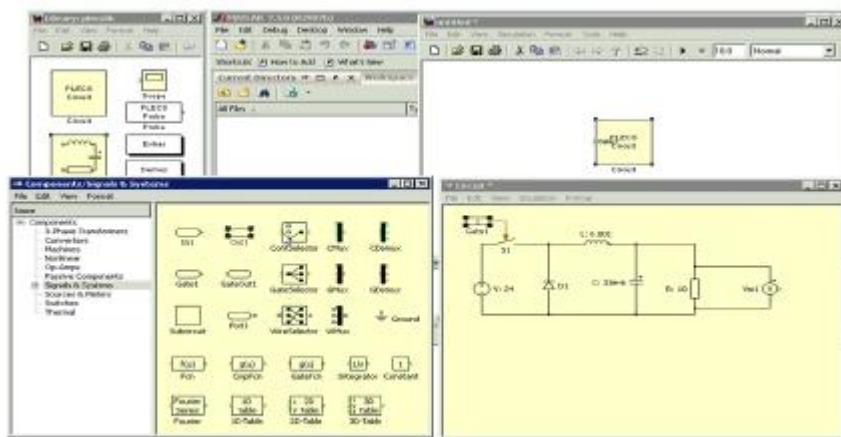
PLECS 嵌套版是基于 PLECS 以 MATLAB/Simulink 为运行环境，作为 Simulink 的工具箱，和 Simulink 下的其他模块并列存在，实现无缝兼容。熟悉 Simulink 的用户，会很轻松的掌握 PLECS 软件的编辑原理。PLECS 是特别为电力电子系统的仿真而开发的，当仿真既含有电路部分又含有复杂的控制方案的系统时，它同样是一个非常有效实用的工具。PLECS 与 MATLAB/Simulink 的结合使用，既有

效利用了 MATLAB 在系统级仿真时控制策略实现较为方便准确的优点，同时弥补了其在电力电子器件级仿真时模型不够精确，元件库不够丰富的缺点，大大的提高了 Simulink 的模拟仿真性能。

Simulink 是运行在 MATLAB 环境中的用来对动态系统进行建模、仿真和分析的软件包，被广泛地用于控制系统的仿真。对于建模，Simulink 提供了一个图形化的用户界面，但不能接受用户以网络表或电路图形式输入的电路系统。

PLECS 扩充了 Simulink 功能，使我们可以在 Simulink 的环境中以网络表的形式建立电路模型。建模后的电路模型将以子系统的形式呈现在 Simulink 中。系统中控制部分的建模可以通过调用 Simulink 中的各种工具箱来完成，而电路部分的建模可以通过 PLECS 中的元件库来完成。在对仿真系统进行建模后，电路部分可以接收来自控制部分的电压、电流信号及开关信号。而在仿真过程中，电路部分又将仿真的结果以电压量、电流量的形式传递给控制部分。通过两个部分的交互作用，可以完成比较复杂的仿真任务，并可以利用 MATLAB 强大的计算功能来分析仿真结果。

此外，PLECS 具备离散状态空间方法的模拟参数「Refine factor」可让使用者在模拟离散式电路模型时，时步长(Time-Step)会比使用 Simulink 模型时要来的小。PLECS 支持无刷直流电机、基纳二极管(Zener Diode)、3D 查表(Look-UpTable)等元件。



PLECS/Simulink界面

## 2、PLECS Standalone（独立版）

PLECS 独立版本于2010 年开发，自此PLECS 脱离了MATLAB/Simulink。PLECS 独立版具有控制元件库和电路元件库，采用优化的解析方法，仿真速度更快，比 PLECS 嵌套版本快约2.5倍。系统控制部分可以在PLECS 独立版本中被直接快速模拟。连续和离散信号处理模块以及代数函数和间断点让你可以实现非常多的模拟仿真，如数字控制。独立版本的PLECS 从经济意义上降低了投资和维护成本。与传统的PLECS工具箱相比较，其编辑器仍保持以往方便使用的人性化界面的简约风格。

## 二、PLECS 的独特优势

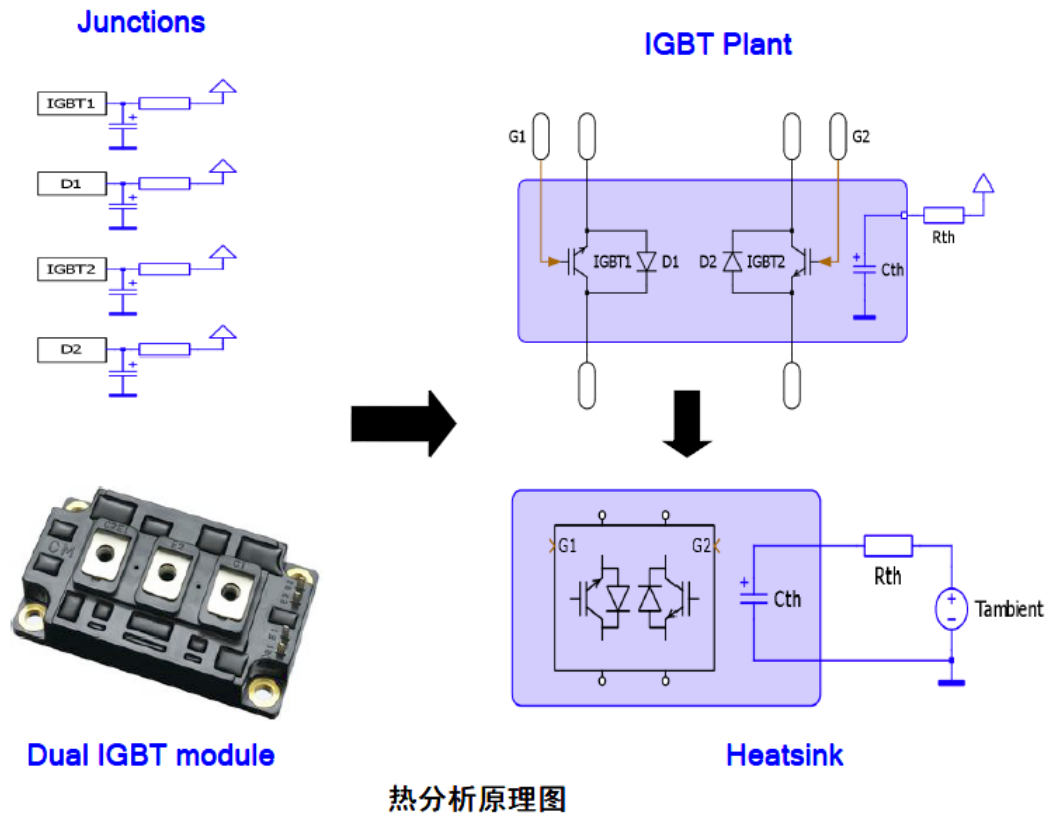
- 独特的热分析功能
- 功能强大的示波器
- 极快的仿真速度
- 强大的波形分析工具
- C语言控制器
- 自动生成的C代码（嵌套版）
- 丰富的元件库

### 1、独特的热分析功能

热分析是电力电子系统的重要环节，由于压缩包装和更高功率密度的不断要求而变得越来越重要。PLECS 让用户在早期阶段完成电气设计和散热设计，以便为每一个特定的方案提供一个高质量的解决方法。

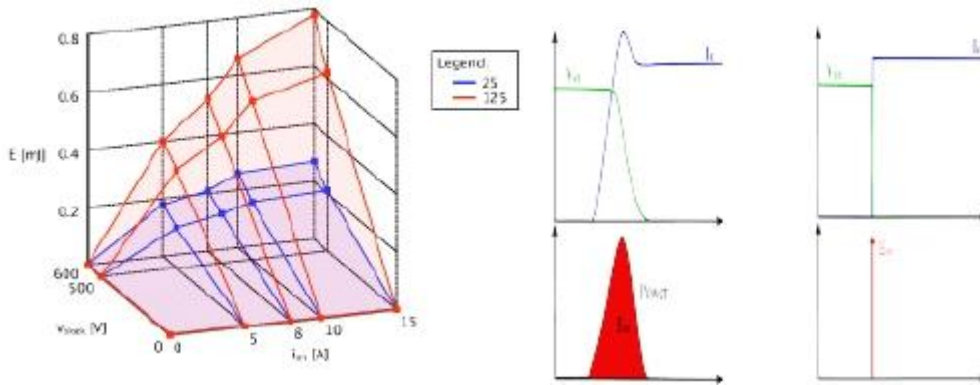
PLECS 热分析，其热函数让使用者可将热设计纳入电力电路的设计中，使用者可定义与温度相关的热传导和每个半导体元件的开关损耗能量分布；也可收集由半导体和电阻损耗的能量，并使用热电阻和热电容元件来模拟热的行为（热分析原理如下图）。这样，通过热模型的仿真来设计散热器，达到优化开关频率、

开通关断损耗等目的（设计者可根据温度，由大功率选择小功率，从而改变了元器件数量，节约了成本）。



### (1) 开关和传导损耗

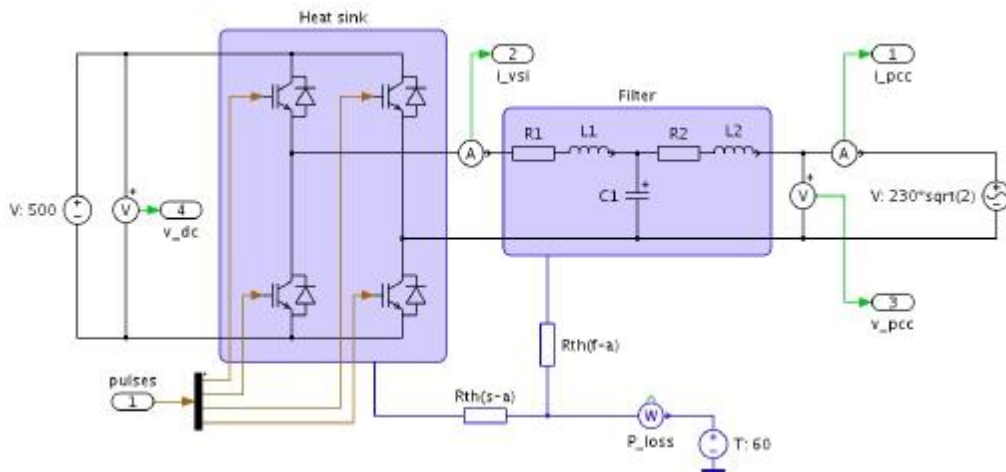
PLECS 记录了每一个开关动作前后半导体器件的运行条件（正向电流，阻断电压，结温），而不是根据电流和电压的瞬变来决定半导体器件的开关损耗。然后根据这些数据从一个三维的表中读取能量损失。在运行的状态中，耗散功率由设备的电流和温度可以计算出来。



这个理想的元器件模型和详细的能耗数据的结合提供了一个高效并且准确的对详细的设备仿真模拟的选择。所需要的数据表通过可视化编辑器集成后进入 PLECS。

### (2) 散热片的概念

热分析元件库中的核心元件是一个半透明盒子样子的理想化的散热片（如下图）。一个散热片吸收在它的覆盖范围内的元器件的发出的热量。同时，一个散热片保证了一个恒温的环境，并且将它的热量传给在它覆盖范围内的元件。

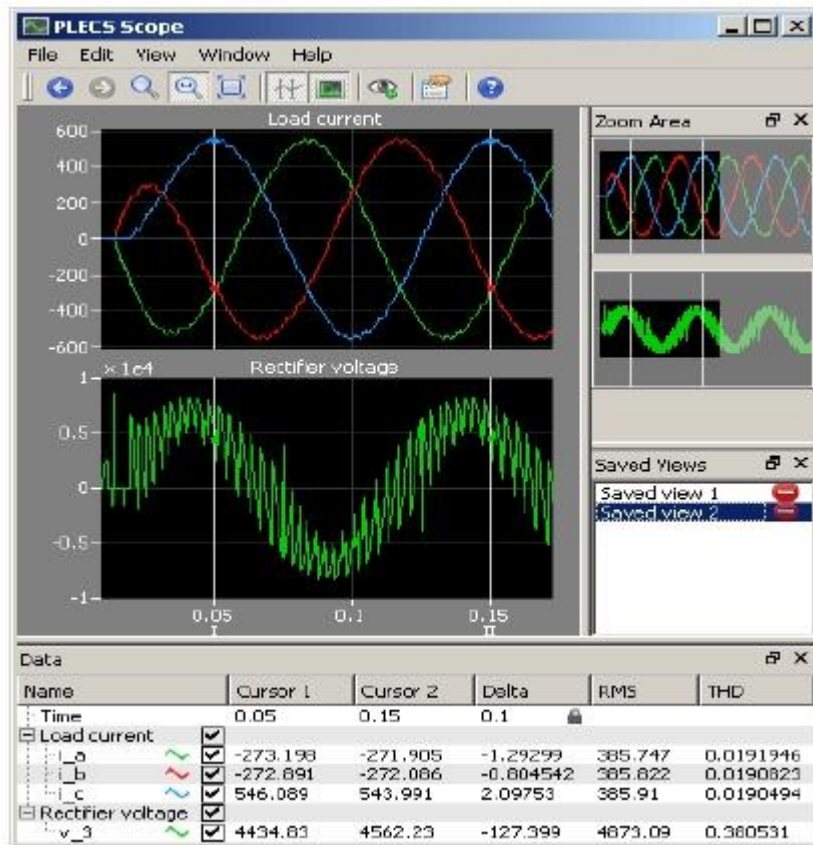


### (3) 热量相等网络

从一个热壑散热到另一个或到一个周围环境的温度是采用集中热电阻和连接到散热片的热电容。这个方法使得用户可以控制热结构模型的详细程度。

## 2、功能强大的示波器

PLECS 示波器用来显示仿真结果，并提供了强大的变焦和分析工具，以简化查看和处理结果。PLECS 示波器可放置在Simulink 模块中或在PLECS 电路图中。示波器包含绘图区和可选的缩放视图，保存的视图和数据视图窗口。



### (1) 缩放和平移功能

通过点击图标曲线并拖动鼠标来放大图形，直至所需区域被选进去。或通过拖动图形轴来平移视图。当你缩放或平移，缩放区域窗口将显示出来，你将会浏览这部分的数据。通过查看历史记录，你可以很容易的向前或向后导航。鼠标单击将把当前的轴设置加到已保存的可视列表中去，以便日后你可以重新回顾这些数据。

### (2) 数据游标功能

游标使得你可以准确的读取波形值或测量两点之间的差异。除了显示波形值

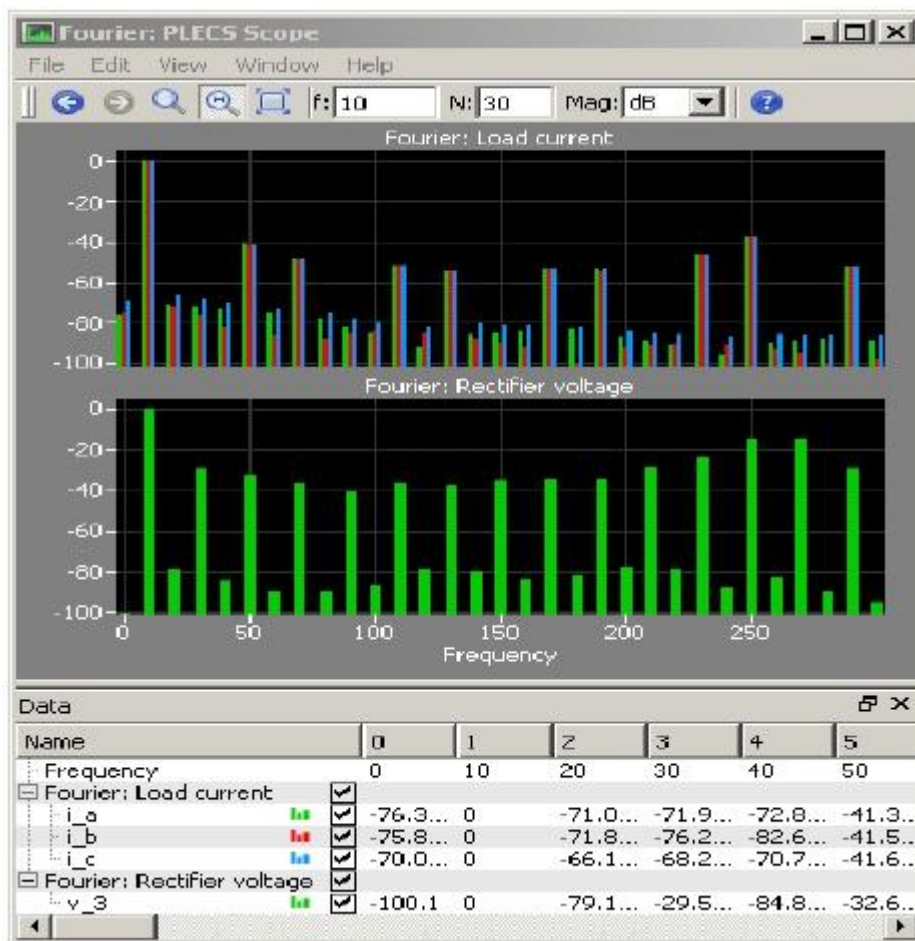
和差异之外，数据窗口可以进行简单的分析，比如该曲线在游标之间的单调速率调度（RMS）值。

### （3）打印和输出功能

直接根据示波器界面打印出当前视图或者输出成一个位图或 PDF 文件以便一个报告中都含有这些。当打印或输出时，示波器将自动使用白色的界面为图形的背景。

### （4）傅里叶分析功能（如下图波形）

在按一下按钮后，你可以在一个单独的窗口显示您的傅立叶频谱波形。分析的范围是由窗口中的光标位置来决定的。在块，条和线之间选择以便按照指定的顺序来显示谐波的幅度。



### 3、极快的仿真速度

在传统的电路仿真软件中，开关动作的瞬态过程都要求大量的计算时间。有限的斜率使得这些软件都需要用很小的步长来仿真，消耗了大量的仿真时间。在 PLECS 中，这个问题不会出现，因为理想开关的开关动作都是瞬时完成的。每一个开关动作都只需要两个时间步长，这使得仿真速度大大提高。

在进行电力电子仿真的第一阶段，工程师们一般希望验证其所设计的原理图在理想状态下的仿真结果是否符合设计初衷，设计方案是否可行。在这一阶段仿真时就无需对电力电子器件设置过多的参数。在 PLECS 中，电力电子器件，断路器等模型，都基于理想开关状态。它们都具有理想的短路特性（短路电阻为零）和理想的开路特性（开路电阻为无穷大），开关动作也都是瞬时完成的。在建模中使用理想开关器件有三个主要的优点：易于使用，鲁棒性和快速高效。

PLECS 能够快速运行且方便操作的一个关键因素也是由于理想开关器件的使用，工程师们从这个概念中也受益颇多。这些理想的环境条件是我们能够开发出一个真实系统的非常好的第一步，它可以让我们迅速发现一个设计是否可行。

在仿真第二个阶段，为了更具有真实性，工程师们会加入一些缓冲器或者寄生电感，这些同样能够在 PLECS 环境下进行操作。很多客户反馈该软件能够快速提供可靠而全面的模拟结果，其优良的整体性能也体现了 PLECS 有着深厚的电力电子学的理论基础。

### 4、强大的波形分析工具

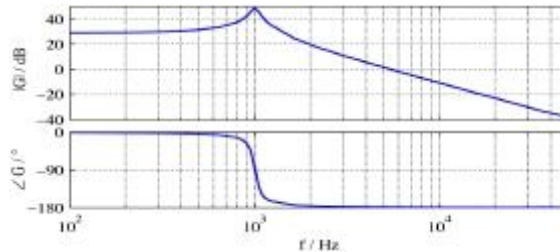
PLECS 通过稳态分析、控制分析等诸多有意义的波形工具，实现了准确的仿真结果。控制分析工具如 AC Sweep, 脉冲响应分析、环路增益分析等。除了标准的瞬态仿真外，PLECS 具有先进的，易于使用的一整套分析工具。

#### (1) 稳态分析

稳态分析使您能够确定一个开关系统的周期稳态工作点，而不必使用瞬态模

拟。这个特性与时间常数可以很容易地跨越 6 个数量级的热模拟结合起来特别有用。

### (2) 小信号分析



传递函数在控制器的设计中发挥了重要作用。PLECS 使你无须恢复到平均模型就可以确定开关系统的开环传递函数或是闭环增益。

### (3) 计算状态空间矩阵

PLECS 可以访问一个描述子系统的状态空间矩阵，你可以使用这些矩阵做进一步的研究，如特征值分析和状态空间平均法。

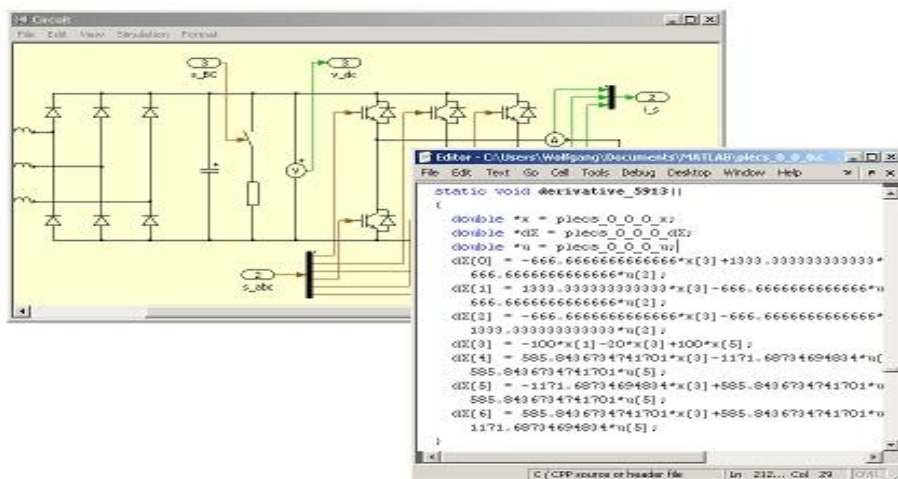
### (4) AC分析和稳态分析

在新的3.2版本中，还新增了实用的AC分析和稳态分析，以满足工程师们得需求。

## 5、C 语言控制器

C 语言脚本模块允许自定义功能在 C 编程语言中实现。在仿真的开始阶段，集成的编译器在网络中转换你的 C 代码到本地机器代码，它动态链接到 PLECS 中。C-Script 块求解器提供了非常精细的互动，实际上几乎可以使用户实现任何功能。

## 6、自动生成的 C 代码（嵌套版）



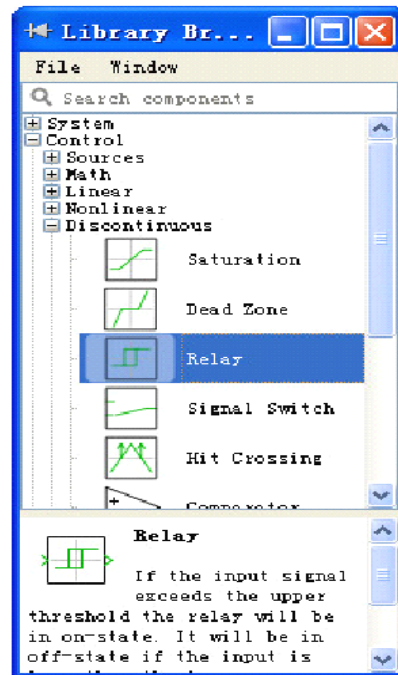
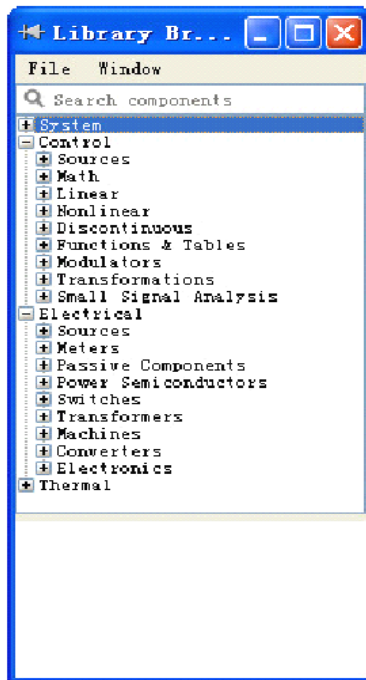
PLECS 可以从电路原理图中生成独立的 C 代码（如上图），用户先在 PLECS 中模拟系统，然后生成 C 代码用来实时仿真。无缝集成代码的实时生成，非常方便用户将该代码嵌入不同的项目中去。

## 7、丰富的元件库

PLECS 系统包含了所有常见的用于电力系统控制的元器件。连续和离散信号处理模块以及代数函数和不连续性，让你几乎可以创建任何模拟或数字控制系统或电路。

除了一个标准的电器元件库外，元器件库中还配有专门的电力电子元器件理想和而非理想半导体开关，以及包括可修改参数的转换器，电机，变压器模型。在库中可以找到各种电力半导体器件、开关和断路器，以及完整的电力电子变换器和三相变压器，三相变压器函数库包括 **three-leg** 和 **five-leg** 配置的模式，含有 **core saturation** 以及 **variable phase shift angles**。要为电力传动系统建模时，只需选择一种交流或直流电机，例如异步电动机、永磁同步电动机等十三种电机。PLECS 中的所有元件均为透明的，用户可以打开了解并通过改动数据来创建自己的模型。

方便的元件库浏览器让您可以轻松获得所有的元件。也可以使用库浏览或使用搜索栏查找你需要类型的元件。



### 三、系统要求

PLECS 可用于 Windows, Mac OS X, Linux 和 Solaris 运行环境。

### 四、应用领域

有电力电子系统研发和生产的公司, 驱动系统和自动控制的实验室等都是PLECS的潜在用户, 如下表:

| 领域 | 公司     | 典型应用          | 关键字    |
|----|--------|---------------|--------|
| 航空 | 飞机制造商  | 飞机电力供应        | 直流变换器  |
|    | 系统供应商  | 发动系统          |        |
| 汽车 | 汽车制造商  | 机车电力系统        | 场效应晶体管 |
|    | 系统供应商  | X-by-wire     | 无刷直流电机 |
|    | 工程技术维修 | 起动机<br>混合电力机车 | 开关磁阻电机 |

|        |                               |  |  |
|--------|-------------------------------|--|--|
|        |                               | 燃油汽车   |  |
| 驱动&自动化 | 驱动制造商<br>自动化控制<br>工程技术        | 变速传动控制<br>机器人<br>机电  | IGBT<br>感应式电机<br>无传感控制                             |
| 电子     | 电脑制造商<br>电讯<br>医疗系统<br>电子消费产品 | 主适配器<br>不间断电源<br>应急电源<br>电池<br>照明<br>声频放大器                 | 电磁兼容性<br>功率因素补偿<br>软启动<br>高压变频                     |
| 交通     | 铁路机车<br>系统制造商<br>铁路电气化        | 电车<br>地铁<br>机车<br>高速列车<br>铁路                               | 串联和并联<br>逆变器<br>参差调谐开关                             |
| 工业设备   | 重工业<br>发电<br>电力传输和分配          | 感应加热<br>风力和太阳能<br>分配发电<br>高压直流传输<br>设备管理控制与时间调度程序<br>有源滤波器 | 晶闸管, GTO, IGCT<br>同步电机<br>双馈感应电机<br>伺服<br>励磁<br>整流 |

## 五、应用实例及用户感言

曼彻斯特大学 (Manchester University) Mike Barnes 博士感言:

“我们选择PLECS 是因为在我们使用过程中，它在项目开发以及教学中都非常方便使用。当今的电力电子工业领域，需要我们使用如此标准化的工具来使得我们的学生更具竞争力。”

丹佛斯传动公司 (丹麦最大的工业集团 Danfoss Drives) – 使用 PLECS 来开发 1.2 MVA 测功转换器。

韩国现代电梯公司 (Hyundai Elevator) –使用 PLECS 为电梯驱动项目开发直流 AC/AC 功率转换器。

SMA Technologie – 使用 PLECS 开发新一代旗舰“Sunny Boy”逆变器。

ABB 集团研发中心 – 使用 PLECS 开发空冷中压传动系统。

松下公司 (Panasonic) – 电源事业部首席研发工程师 Oliver Woywode 感言:

“PLECS 能够快速运行且方便操作的一个关键因素是理想开关，工程师们从这个概念中也受益颇多。这些理想的环境条件是我们能够开发出一个真实系统的非常好的第一步，它可以让我们迅速发现一个设计是否可行。在第二个阶段，为了更具有真实性，工程师们会加入一些缓冲器或者寄生电感，这些同样能够在 PLECS 环境下进行操作。“PLECS 能够快速提供可靠而全面的模拟结果，” Oliver Woywode 这样总结，并补充道，“该软件优良的整体性能显示，它有着深厚的电力电子学的理论基础。”基于这些研究结果，松下的三相交错并联 PFC 电路的开发时间缩短了将近 50%。目前，这种新开发的 PFC 电路已经成为移动型电动工具的标准组件，得到了客户的广泛认可。

## 六、我们的客户

目前 ABB 集团驱动及高压变频研发中心，西门子自动化研发中心、罗克威尔、Smith DC-DC 变频部门、Philips、施耐德、通用电气 (GE) 等研发中心等都

早已是 PLECS 的忠实使用者。

全球部分院校、研究所、实验室用户如：RWTH Aachen, ISEA (D) (德国亚琛工业大学)、Aalborg Universitet, IET (DK) (丹麦奥尔堡大学)、DLR, Institute of Robotics and Mechatronics (D) (德国宇宙航空中心-机器人与机械一体化研究所)、FH Aalen (D)、FH beider Basel (CH)、Chalmers University of Technology (SE) (瑞典最著名的理工大学)、Colorado School of Mines (USA) (美国科罗拉多矿业大学)、TU Dresden, ETI (D)、Florida State University, CAPS (USA) (美国佛罗里达州立大学)、Universiteit Gent, EELAB (B) (根特大学)、Imperial College London, EE-C&P (UK) (英国帝国理工学院)、University of Michigan-Dearborn (USA) (美国密歇根-迪尔伯恩大学)、Paul Scherrer Institute (CH) (瑞士谢尔研究所)、Purdue University, ECE (USA) (美国普渡大学)、University Stuttgart, ILR (D) (德国斯图加特大学)、Warsaw University of Technology (PL) (波兰华沙科技学院)、Swiss Federal Institute of Technology, ETH (CH)、Zürcher Hochschule Winterthur (CH) 等等。

国内用户如：中国科学院物理研究所、铁道科学研究院机车车辆研究所、中国长江电力股份有限公司、西门子 (中国) 有限公司、GE 医疗 (北京)、GE 功率变换部门、GE 石油天然气部门、香港欧威尔空调 (中国) 有限公司等。

我司与国内众多知名院校合作共建实验室、毕业设计、引进国外院校学术交流等。我们的合作过的部分院校有清华大学、浙江大学、合肥工业大学、华中科技大学、中国矿业大学、南京理工大学、南京工业大学等。

## 七、免费试用、升级服务及技术支持

欢迎申请一个月全功能免费试用。在您购买 PLECS 仿真系统一年内，我们将免费为您提供两次升级服务。如您在安装、仿真过程中遇到技术问题，请与我们技术支持中心取得联系，我们会为您提供强有力的技术支持。

## 八、联系我们

南京瑞赢华电子科技有限公司

PLECS 中国独家代理



---

更多实例、技术资料请登录公司网站<http://www.ringhua.com> 产品中心，或  
登陆PLEXIM GmbH 公司网站<http://www.plexim.com> 获取更多资料。

技术支持：E-mail: [Wangw@ringhua.com](mailto:Wangw@ringhua.com)

电话：+ 86-025-58577867

传真：+86-25-8771 6596

地址：江苏南京市建邺区云锦路58 号万达广场  
东坊壹街区1栋1020

邮编：210017