

PSIM 应用案例之 PSIM 仿真功率器件的安全工作域 (SOA)

文档名称:	PSIM 仿真功率器件的安全工作域 (SOA)		
文档编号:		文档版本:	v1.0
文档类别:	详细技术资料	密 级:	公开



二零二叁年陆月

未经许可 请勿复制全部或者部分文档
©新驱科技 版权所有

目录

1.案例介绍.....	3
2.系统规格要求.....	3
3.设计步骤.....	4
3.1. 将 MOSFET 器件放入 PSIM 原理图.....	4
3.2. 将 SOAtherm 模型放入 PSIM 原理图.....	5
3.3 编辑子电路显示图像.....	6
3.4. 完成电路建模.....	6
3.5.仿真分析.....	6
4.结论	8
5.案例获取.....	8

1. 案例介绍

PSIM 作为电力电子和电机驱动领域的专业软件，具有良好的扩展性，兼容 LTspice 仿真引擎，同时具有热分析功能。在 PSIM 原理图中，可以使用 MOSFET 模型和相应的 SOAtherm 热模型来仿真 MOSFET 的热特性和安全工作域 (SOA)。

LTspice 中的 SOAtherm 模型包括一组 MOSFET 热模型，这些模型可以预测随着时间的推移 MOSFET 芯片的最高温度，在不影响 MOSFET 模型电学特性的情况下输出 MOSFET 结温。

2. 系统规格要求

SOAtherm 模型路径设置

使用选项菜单中的“设置路径”功能，将 SOAtherm 模型包含到 PSIM 的 SPICE 模型搜索路径中，步骤如下。

- 在 PSIM 中，选择选项>>设置路径。单击 SPICE Model Path 一节中的 Add 文件夹按钮，然后浏览并找到 MOSFET 模型的 LTspice 库路径（例如，“c:\ltspicexvi\lib\cmp”）。将文件夹添加到路径。
- 执行同样的操作来查找和添加 SOAtherm 模型的路径（例如，“c:\ltspicexvi\lib\sub”）中。
- 在 PSIM 中，选择选项>>设置路径，弹出搜索路径对话框。
- 单击“重新加载模型”以刷新搜索路径。
- 单击“保存”，然后单击“关闭”退出对话框。

添加路径后，搜索路径对话框窗口如下图所示。

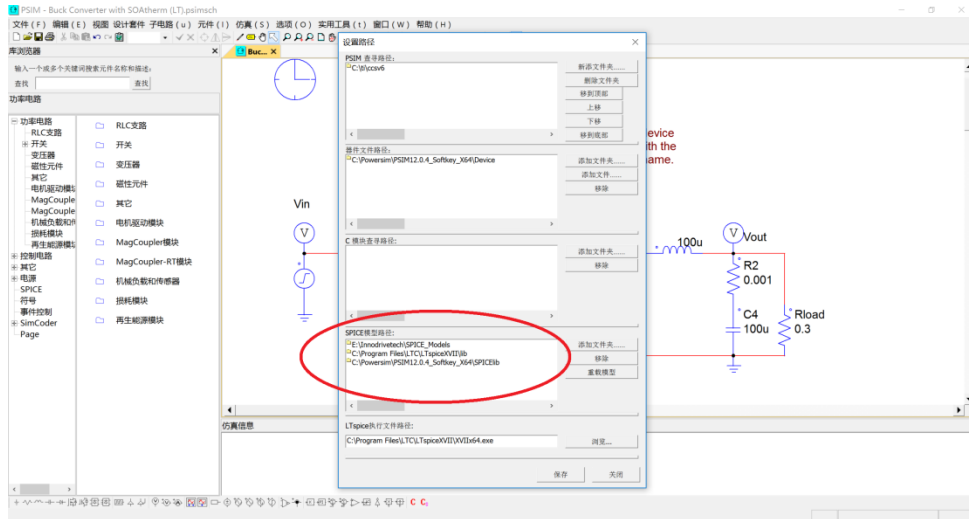


图 1 PSIM 中的搜索路径设置对话框

选择“查看>>SPICE 模型列表”或“查看>>SPICE 子电路列表”，可以检查哪些模型和子电路可供 SPICE 仿真使用，如下所示。

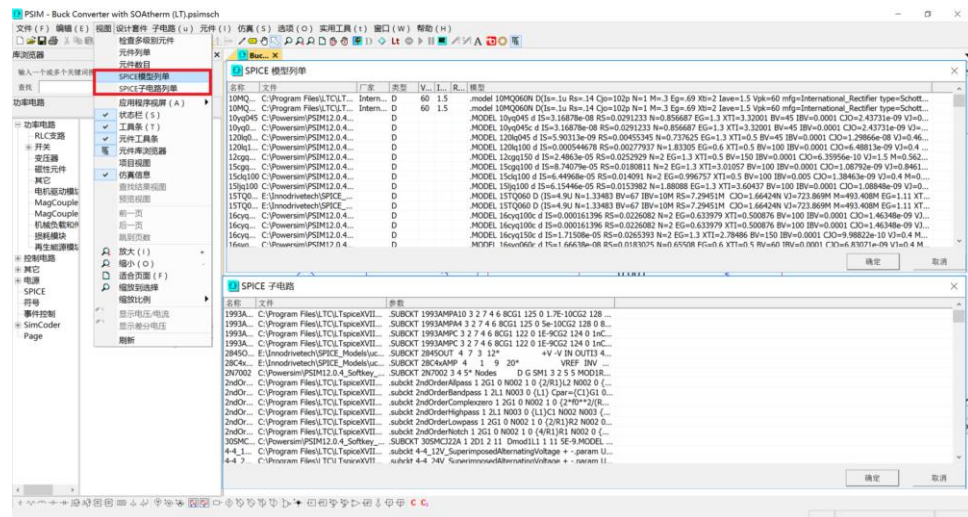


图 2 查看 SPICE 模型和 SPICE 子电路列表

3. 设计步骤

下面通过一个具体的案例说明 SOA 模型的使用方法和过程。该案例为 BUCK 电路，开关管采用 MOSFET，本案例分析 MOSFET 的结温及安全工作域。

3.1. 将 MOSFET 器件放入 PSIM 原理图

- 通过选择 Elements>>Power>>Switches>>MOSFET，从 PSIM 元素库中查找

MOSFET 设备。把它放在示意图上。

- 双击 MOSFET 打开参数对话框窗口，选择模型级别为“SPICE model”。
- 单击“SPICE Model Name”输入字段的浏览按钮。从 SPICE Model 列表中，找到并选择设备“PSMN4R8100BSE”。

3.2. 将 SOAtherm 模型放入 PSIM 原理图

- 选择 Elements>>SPICE>>SPICE Subcircuit Netlist Block 并将 SPICE Subcircuit Block 放入原理图中。
- 双击此模块打开“参数”对话框窗口。
- 点击“模型”输入框的浏览按钮。从库列表中，选择“SOAtherm NMOS.lib”。然后找到并选择子电路“PSMN4R8100BSE”。
- 节点数将自动更新。
- 可以修改参数的数目。对于此子电路“PSMN4R8100BSE”，有许多参数。要查找参数定义，请使用文本编辑器并打开文件“SOAtherm NMOS.lib”，然后查找器件“PSMN4R8100BSE”。注意并非所有的参数都需要定义，可以根据每个特定情况，来选择定义多少参数和哪些参数。本例中，唯一值得关注的参数是“Tambient”。因此，参数的数目为“1”。
- 在参数列表中，输入参数名“Tambient”和值“85”。

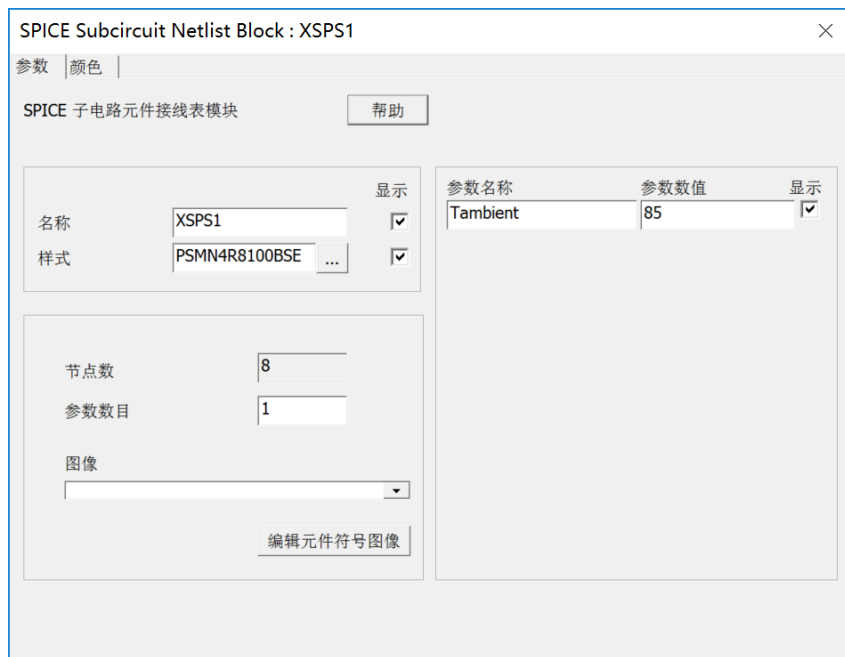


图 3 SPICE 子电路模块参数定义对话框

3.3 编辑子电路显示图像

通过单击“编辑图像”编辑此子电路的图像。可以为这个子电路绘制自定义图像。注意，节点序列必须与“SOAtherm NMOS.lib”中的模型 netlist 中定义的相同。请注意以下几点：

- 该子电路模型的节点顺序为：“D G S D2 G2 S2 Tj Tc”。
- 前 3 个节点“D G S”用于连接漏级、栅极和源极。
- 接下来的 3 个节点“D2 G2 S2”用于常规 MOSFET 器件 PSMN4R8100BSE 的漏极、栅极和源极。
- 最后两个节点 Tj Tc 是该电压下的结温和壳温输出。

用户可以选择此模型的预构建图像。从图像下拉菜单中，选择“MOSFET_D_G_S_D2_G2_S2_Tj_Tc”。

SOAtherm 模型的显示图片如下所示。

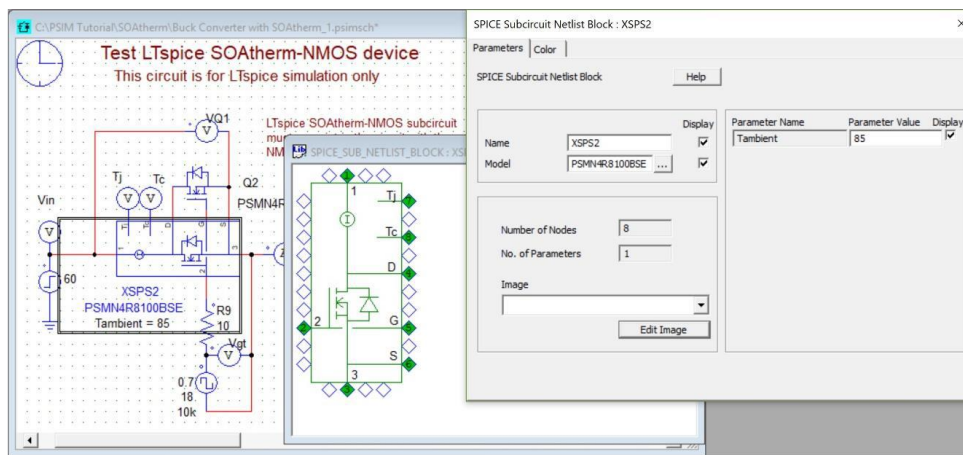


图 4 SOAtherm 模型的显示图

3.4. 完成电路建模

添加 BUCK 电路的其他元件并设置参数，完成整个电路建模。

3.5. 仿真分析

下图为建立的 BUCK 电路，用来验证 SOAtherm NMOS 模型。在电路中，二

极管 D1 是理想模型。在晶体管器件的位置上，有一个子电路和一个名为“PSMN4R8100BSE”的 MOSFET 器件。MOSFET 用来仿真开关器件的电特性，而子电路则表示开关器件的热特性。

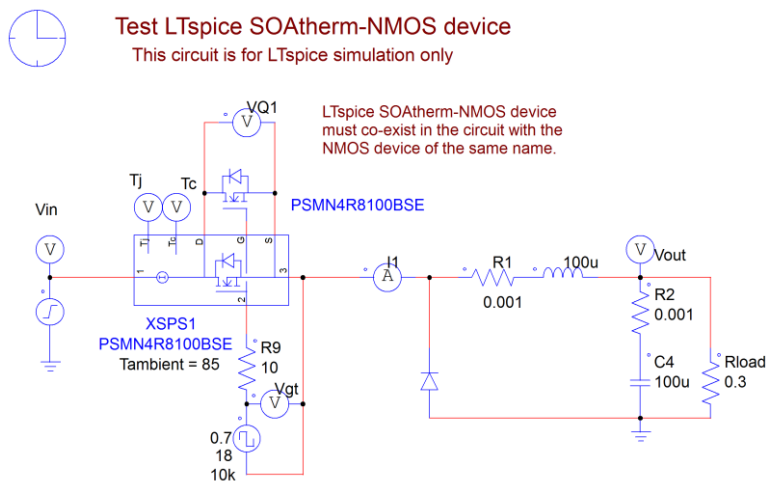


图 5 电感模型仿真验证电路

运行 LTspice 仿真，结果如下图所示。

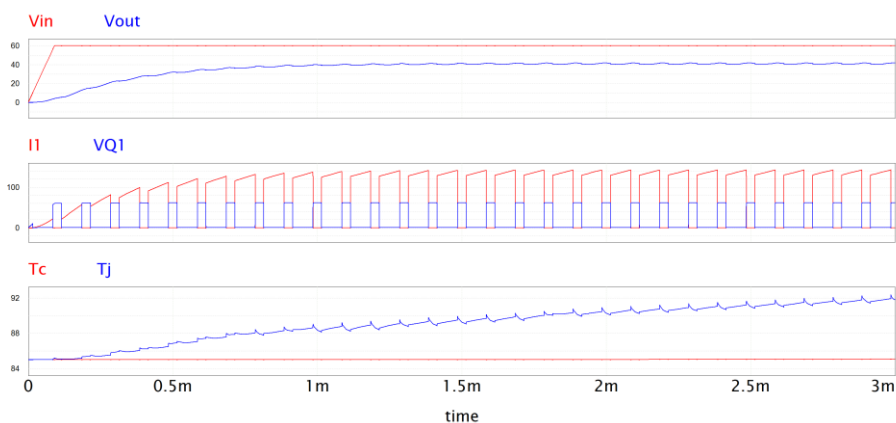


图 6 电路仿真验证结果

MOSFET 器件的电压和电流为 V_{Q1} 和 I_{I1} ，器件的壳温和结温为 T_c 和 T_j 。电压、电流达到稳态后，器件的结温和壳温随着运行时间的增加也不断增大， T_c 和 T_j 波形要达到热稳定状态，需要更长的时间。

增大仿真时间，获取 T_c 和 T_j 热稳态波形，如下图所示。

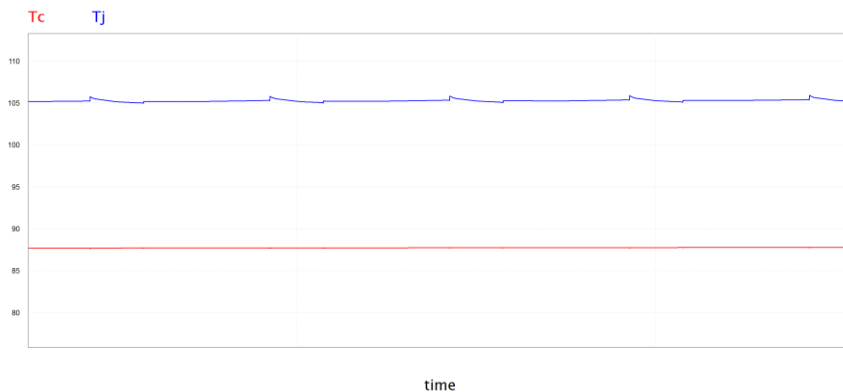


图 7 Tc 和 Tj 热稳态波形

MOSFET 通过外围的热阻、热容散热网络，最终达到热稳态，热稳态的壳温 Tc 和结温 Tj 根据热阻值变化，因此根据热阻值参数，可以得出 MOSFET 的安全工作域。

4. 结论

本文介绍了 PSIM 中 SOAtherm 模型的使用，通过 SOAtherm 热模型来仿真 MOSFET 的热特性和安全工作域 (SOA)，可以快速计算大功率器件的结温，对降额使用提供依据，对功率开关器件的热设计与可靠性分析有重要意义。

5. 案例获取

如果您需要了解本案例更多信息，可以联系我们索取仿真报告或者现场讲解，联系方式如下：

邮箱: infor@innodrivetech.com

网址: <http://www.innodrivetech.com>

官方微信公众号: Power_Simulation

更多资讯，敬请扫码进入：

