

SaberRD 设计实例：带有负载管理器的交流发电机充电和配电系统

介绍：

本实例显示了一个典型的汽车充电和配电系统。在诸如雨夜和交通拥挤的状态下驾驶汽车会消耗掉大量电能，因此，交流发电机和电池需要具有足够的尺寸和容量，以便在极端条件下满足车辆的电气负载而又不会耗尽电池电量。

详述：

这是一种最坏情况,驾驶条件为高负载需求和低车速，整车使用铅酸电池的交流发电机充电和配电系统，该铅酸电池具有典型的电负载和一些自加热线束注意事项。这种最坏情况下，由于在整个驾驶周期中电力需求非常高且车速低，因此电池 SOC 将继续降低。如果长时间持续行驶，电池可能会完全放电。在这种情况下，采用负载管理方案，增加电池大小和/或发电机大小可以用来保持电池 SOC 的健康。

实现了负载管理方案，创建负载管理器可以使用 SaberRD 中的 STATE AMS 建模工具。

负载管理器在仿真进行时动态地计算电池 SOC，如果 SOC 低于设置的阈值，则动态地关闭一些负载。当 SOC 恢复到略高于设置的 SOC 阈值的值时，指定的负载将再次打开。在此示例中，加热器负载的开/关状态由基于 STATE AMS 的负载管理器模型控制。使用 SaberRD 零件库中的负载构建块并使用 SaberRD 中的“Load Profile Editor”工具对电负载进行建模。设置了任意负载曲线以将电负载切换为“ON”和“OFF”。“Drive Cycle Editor”工具使用标准的典型城市行驶周期来评估系统性能。

本实例中使用行为级交流发电机模型、铅酸电池、保险丝和用于线束连接的自发热线对充电系统进行建模。交流发电机的正输出端通过适当的电路保护装置（例如保险丝）连接到蓄电池的正极端子和车辆的电气负载。交流发电机和电池是充电系统的关键组件。

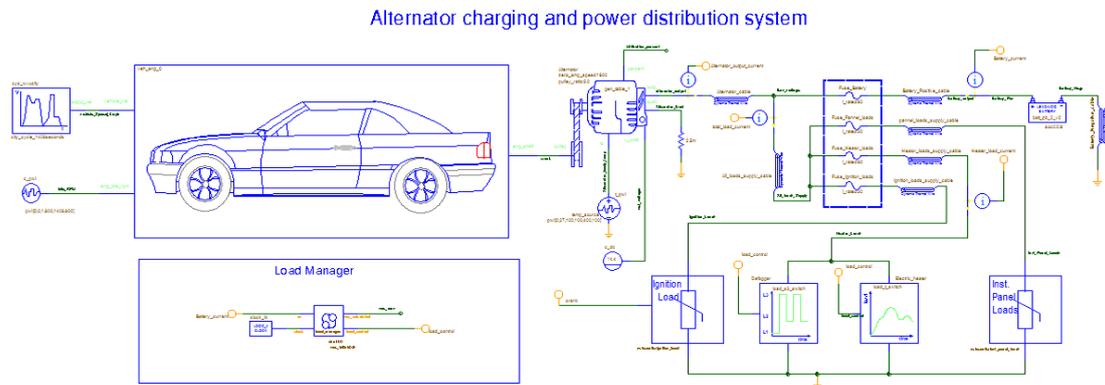


图 1：带有负载管理器的交流发电机充电和配电系统

交流发电机：

典型的汽车交流发电机是一个子系统（组件），它由一个带有电动整流和调节组件的机电转子/定子组件组成。通常，汽车交流发电机带有内置的整流器和调节器，并由内燃机（IC）进行皮带驱动。在此示例中，已对 14.4 伏和 100 安培的交流发电机进行了建模。

SaberRD 自带的模型库里提供了的“Generator, Level-1, Pulley”模型，gen_table_1.sin 具有转速、热箱连接点和使用百分比测试点，可用于表征交流发电机。该模型的 thermal 引脚限于确定发电机在给定的转子转速下可以提供的最大电流。它对生成器及其性能没有任何其他影响（静态或动态）。在此一级发电机中，未对详细效果或二阶和三阶效果（例如皮带打滑，转子惯性，转矩饱和，波动，比损耗等）进行建模。有关详细信息，请参阅模板说明。

由于交流发电机的位置非常接近车辆中的 IC 引擎，并且由于自身发热，交流发电机的运行过程中温度将远高于环境温度，通常约为 100 摄氏度。因此，给定转子速度下的交流发电机输出电流输出能力也将取决于其温度。

为了使用“gen_table_1.sin”表征交流发电机，请使用交流发电机规格中的以下信息。

序号	参数	数值/细节
1	安培等级	100 A
2	皮带轮使用率	3
3	发电机输出电流 Vs RPM 数据	<ul style="list-style-type: none">➤ 发电机发电电流 (imax) 是温度（摄氏度）和发电机转子转速（RPM）的函数。在此示例中，此信息通过 ASCII 文件（例如 generator_xyz.ai_dat）以 3-D 查找表的形式提供给模型。➤ 此.ai_dat文件与Sabre中的TLU（表查找）工具一起使用。可以在TLU工具中导入和导出该文件。➤ 有关.ai_dat文件中当前数据与RPM数据的格式，请参见“gen_table_1.sin”的模板说明。➤ 此ai_dat文件可以在本示例的安装目录中找到。
4	RPM 的零安培速度	1800 RPM
5	交流发电机温度	从 27 °C到100 °C变化
6	调节器设定电压	14.4 V
7	绩效数据	<ul style="list-style-type: none">➤ 输入整体效率表现作为转子速度的函数。该信息通过 ASCII 文件以 2-D 查找表的形式提供给模型➤ 此ai_dat文件与Saber中的TLU（表查找）工具一起使用。可以在TLU工具中导入和导出该文件。➤ 有关.ai_dat文件中效率与RPM数据的格式，请参见“gen_table_1.sin”的模板说明。➤ 此ai_dat文件可以在本示例的安装目录中找到。

注：

1、如下面的图 2 和 3 所示，将交流发电机性能 ASCII 数据文件（.ai_dat 文件）导入 TLU 工

具中以进行编辑或创建新的交流发电机性能特征（例如升级至更高容量）非常容易。只需在 TLU 中缩放此特性即可）。编辑后，可以使用“File-> Export”选项保存.ai_dat 文件。

2、也可以基于这些 ASCII 数据文件创建相应的 TLU 模型。作为参考，在 TLU 工具中创建了交流发电机电流输出的 TLU 模型 (generator_temp_vs_rpm_vs_current.ai_tlu)，该模型包括在本示例中。您可以在本设计示例的安装目录中找到此 TLU 模型。

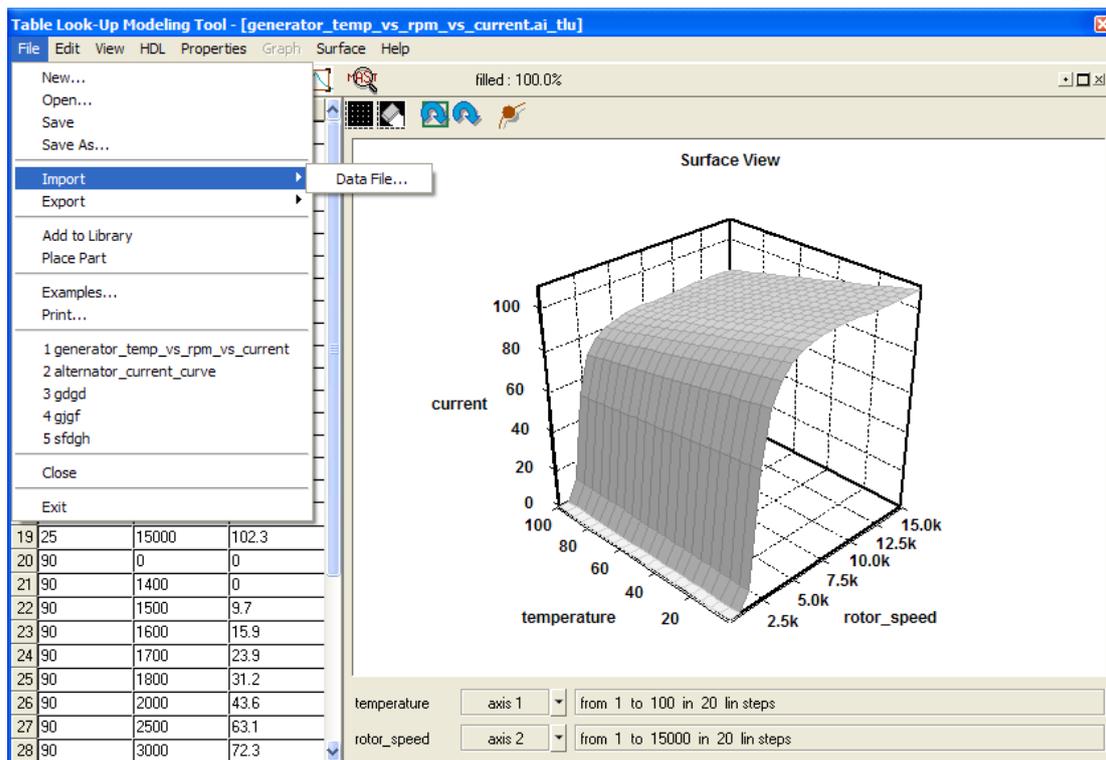


图 2：交流发电机电流输出曲线。

3、交流发电机效率曲线如图 3 所示。功率损耗（铁损耗，铜损耗，机械损耗，温度损耗等损耗）被归入发电机效率中。输入的整体效率表现是转子转速（RPM）的函数。由于效率仅由转子速度决定，而不是由转子速度和发电机负载电流共同决定，因此效率可能被夸大了（例如，实际为 30% 时为 40%）。因此，仿真结果可以提供最佳情况的效率。但是，先前的比较分析和一些制造商的数据表明，对于 > 30 Amps 左右的发电机，这种差异变得越来越小。有关更多详细信息，请参阅“gen_table1”模板的模板说明。

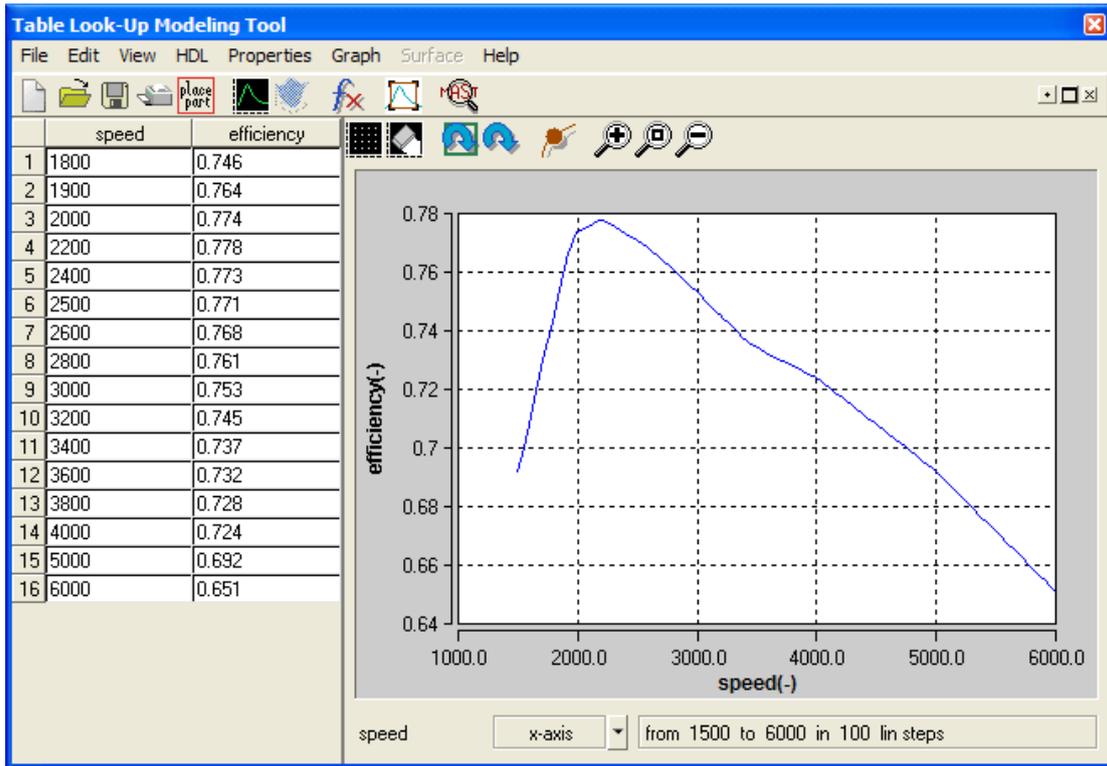


图 3：发电机效率曲线

4、“gen_table1”模板 (Alternator 模型) 仅使用 ASCII 数据文件, 此处显示的 TLU 仅用于说明编辑和查看交流发电机性能 ASCII 数据文件的简便性。

电池:

使用 SaberRD 自带 12V 铅酸电池模板“Battery,Lead-Acid,Level-2”(模型文件名称: batt_pb_2_v2.sin)表征电池。出于仿真目的, 在仿真开始时, 假定电池电量为 90%SOC (初始充电状态)。以下基本参数用于表征电池:

序号	参数	数值
1	标称安时容量 (ah_nom)	100 安时 (20小时速率)
2	用于确定标称安时容量 (inom) 的电流 (安培)	5安培

驱动周期:

“Drive cycle Editor 行驶周期编辑器”工具正在使用标准的典型城市行驶周期来评估系统性能。“行驶周期编辑器”将车辆速度描述为时间的函数。“驱动程序循环编辑器”工具还在库 (在“文件”菜单下) 中包括许多已知的行业标准驱动程序循环, 可以加载, 使用或更改这些驱动程序循环以适合任何特定的驱动程序和环境条件配置文件。城市大道已使用周期“CYC_WVU CITY” (持续时间: 1408 秒)。驾驶周期配置文件可以轻松修改并重新保存。也可以从头开始表征和开发新的驱动周期。

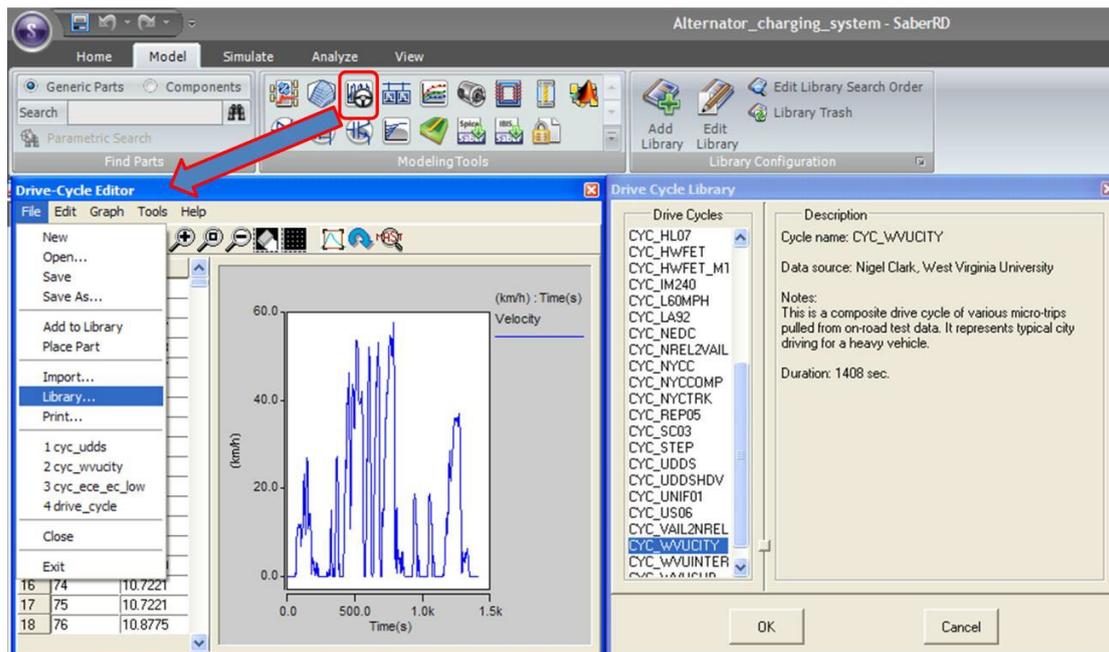


图 4: CYC WV CITY 驱动周期

车辆发动机型号

SaberRD 自带的 vehicle 转换器模板“veh_eng_0”将轮胎直径，换挡和车速信息作为输入，并计算输出驱动轴上的发动机速度。该模型假设发动机功率始终足以实现所需的车速。该模板使用预定义的轮胎直径和齿轮比值。但是，可以对其进行修改以适合特定的传动系统/车辆规格。

负载配置文件：

负载包括各种加热器、风扇、灯、音频系统、与速度有关的负载，例如 EMVT（机电气门机构）和点火。这个初始负载配置文件可以被使用、修改和补充，以适应任何特定的车辆类型、驾驶员和环境条件。使用 Saber 零件库中的载荷构建块以及 Sabre 中的“Load Profile Editor”工具对电气载荷进行建模。负载配置文件编辑器是一个表征工具，可用于定义和保存新的负载参数。负载曲线编辑器将电阻，功率和电流负载模型表征为速度或时间的函数。

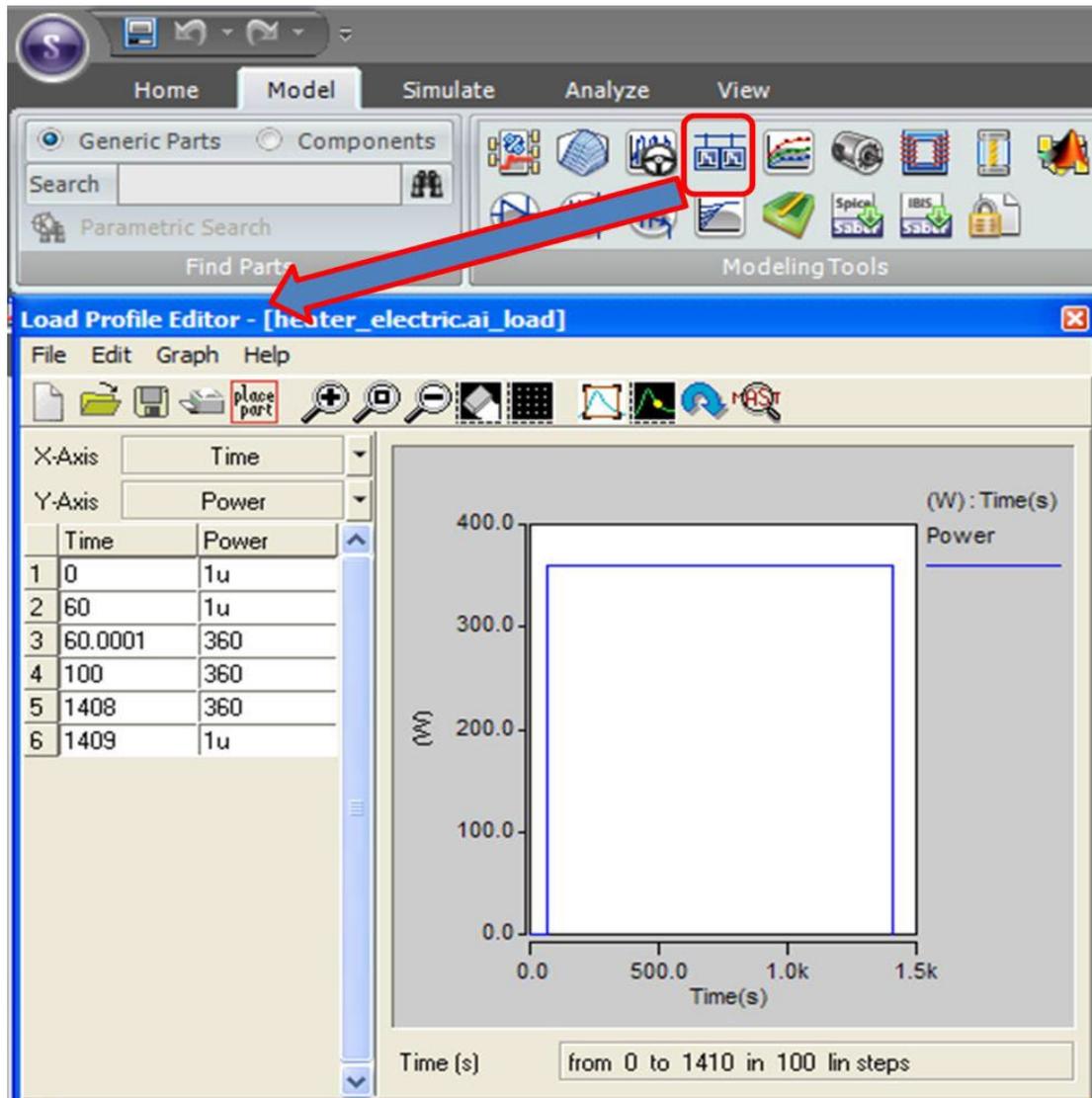


图 5: 负载配置文件编辑器

进行了雨夜负载配置文件，以使所有负载交错排列，并且大部分负载在行驶周期中处于活动状态。大灯，雨刮器，后除雾器，电加热器和点火负载始终保持激活状态。与前照灯相关的所有负载（远光灯，近光灯，驻车灯和前雾灯）都集中在前照灯负载下。车辆电气负载通过适当的电路保护装置（如保险丝）提供。

负载管理器:

实际上，电池没有 soc 端子，因此您不会在电池符号上找到用于 SOC 信号的引脚来动态访问 soc 信号。Sabre 中的“STATE AMS”工具用于创建负载管理器模型，该模型可动态计算电池 SOC 并相应地控制负载。该负载管理器在仿真过程中动态计算电池 SOC，如果 SOC 低于设置的阈值 (0.87)，则会动态关闭一些负载。当 SOC 恢复到略高于设置的 SOC 阈值 ($0.87 + 0.01 = 0.88$) 的值时，指定的负载将再次打开。在此示例中，加热器负载的开/关状态由基于状态 AMS 的负载管理器模型控制。

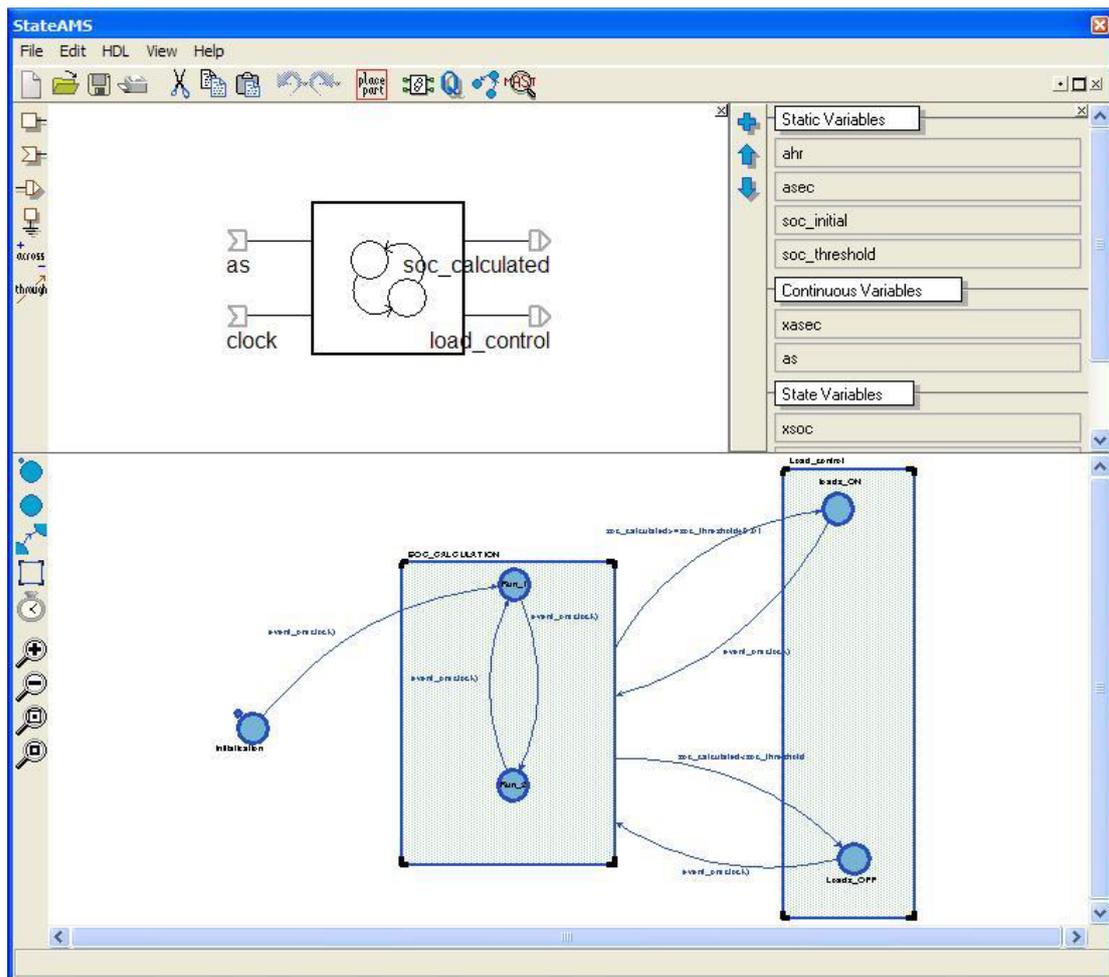


图 6：使用状态机创建负载管理器模型

电缆：

动态热线模板 wirep 用于对所有相关的电气负载连接以及电池电缆进行建模。该模板假定电线中产生的所有电能都被散热。通过电缆固有的电阻而在电气上损失的能量转换为热能，该热能通过热传导（通过轴向长度和绝缘）以及导线自发热而损失。wirep 模板不包括对流和辐射效果。它具有几种故障模式，这些模式考虑了绝缘体的介电击穿以及绝缘体和导体熔化。

使用实例进行仿真：

设置参数：

- 1) 下载 Alternator_charging_system_with_load_manager.zip 并解压缩；
- 2) 在 SaberRD 中打开 Alternator_charging_system_with_load_manager.dsn 文件；
- 3) 在运行模拟之前，为状态机 AMS 负载管理器模型定义以下三个值。（已经设置了适当的值）

- a) ahr –设计中使用的电池的安培小时容量。（它应与电池属性中定义的“ ah_nom”额定值一致）
- b) soc_initial-电池的初始充电状态。（它应与电池属性中定义的“ soc0”额定值一致）
- c) soc_threshold – SOC 截止值， 低于该值你要关闭指定负载

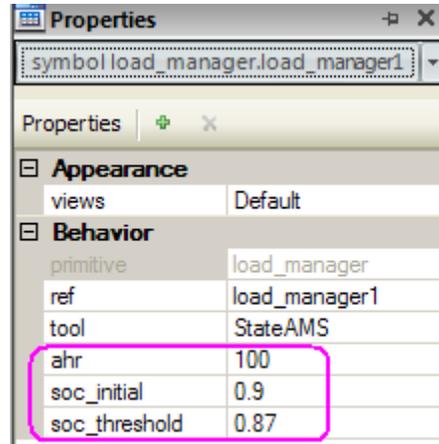
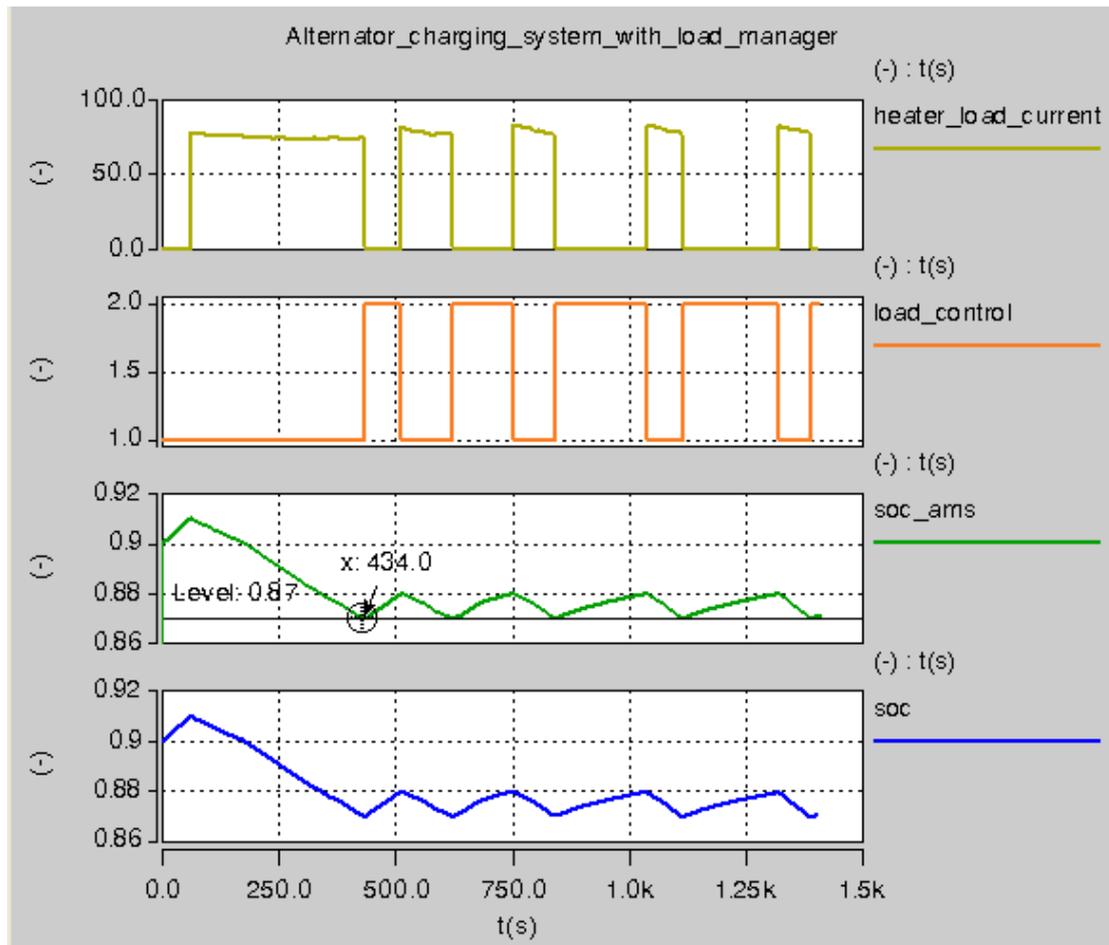


图 7：负载管理器 STATE AMS 模型属性

运行仿真：

- 1) 运行瞬态仿真 1410 秒 ($tend = 1410$, $tstep = 1\mu$)，以检查在驱动周期中存在如此高的负载需求时系统的性能。
- 2) 绘制感兴趣的信号。



结果分析

- 1) soc→SOC 信号来自电池内部参数的。（实际上，电池没有可用的 SOC 引脚，因此在电池符号上找不到 SOC 信号的引脚）
- 2) soc_ams→由开发的负载管理器动态计算 soc 值。 请注意，它与电池内部参数中的 soc 信号匹配。
- 3) Load control→这是基于 STATE AMMS 的负载管理器的输出。 级别 1 使加热器负载打开，级别 2 使加热器负载关闭。
- 4) Heater load current→请注意，只要 SOC 低于设定的阈值（0.87），负载管理器就会动态关闭加热器负载。 每当 SOC 恢复到略高于设定的 SOC 阈值（ $0.87 + 0.01 = 0.88$ ）时，加热器负载就会再次打开。 这样，负载管理器可确保电池 soc 永远不会低于设置的阈值（0.87），并确保电池健康。

可能试着来做：

如果在给定的负载电流下未为电缆选择合适的规格尺寸，则 Sabre 仿真将在仿真记录窗口中提供有关电缆熔化的信息，这有助于进行稳健的设计。吹气时间也可以绘制出来。您可

能还需要修改交流发电机的额定值，交流发电机的温度，调节器设置电压，皮带轮比，初始电池 SOC，电池的标称安培小时容量，驱动模式和电气负载曲线，以查看对系统性能的影响。

示例下载：

链接：https://pan.baidu.com/s/14H0sZ4fmtgGKfUu_zeKaRA 提取码：jwlb

大略科技