

借助高性能计算进行仿真，设计定制化大功率电子器件

COMSOL Multiphysics 及其高性能计算功能，使我们能用比以往快得多的速度向客户交付出最好的设计。

作者: DEXTER JOHNSON

BLOCK 集团 (Block Transformatoren Elektronik) 是线圈类产品的领先制造商，产品广泛应用于各行各业，特别是电子产品应用。

在设计各类定制变压器、电源、EMC 滤波器与电抗器 (见图 1) 时，BLOCK 公司的工程师不仅要保证工作频率、产品尺寸及重量、电源损耗、电绝缘等符合规格要求，还要保证产品能适应不同的环境条件，包括灰尘、温度变化，或者湿度等；此外，这类设备通常还要满足 30 年使用寿命的要求。

“客户的具体应用可能会限制可用的材料，”负责 BLOCK 所有仿真工作的 Marek Siatkowski 这么说道，“例如，在铁路应用中，材料必须要满足各类严格的要求，例如可燃性标准、发生火灾时的烟气毒性，等等。所以我们的工作并非只是打开产品目录，让客户从中选一个那么简单。客户会指定尺寸和具体要求，每次，我们都必须进行一组新的计算。”

BLOCK 发现在这些情况下，公司的仿真软件已经过时，使得电感器和变压器的设计难度变得越来越高。为了节省成本并向客户提供更好的服务，公司需要找到一个方法，在最终确定设计之前减少需要制造的原型机数量。

有了这样的想法之后，因为 COMSOL Multiphysics® 软件灵活、易于使用，并且支持高性能计算 (HPC)，BLOCK



图 1: 用于滤除电流尖刺的电源优化器，减少了电源中谐波电流的注入。

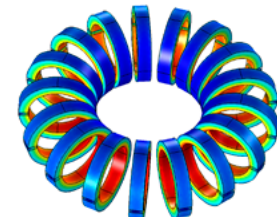
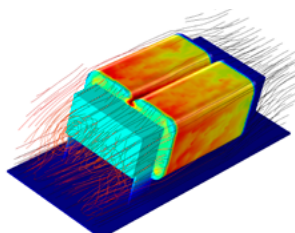


图 2: 空气冷却型直流电感器的仿真，显示了温度分布和速度流线 (上)。环形电感器的磁通密度 (下)。将电感作为线圈内径、外径和厚度的函数，通过数值仿真确定。

公司就开始使用 COMSOL 软件。

“我们模拟了新的元件，以便找出其中的关键区域，例如，电磁损耗很高，或者元件温度达到某个阈值的区域。” Siatkowski 说，“利用 COMSOL，我们

可以找出这些区域并模拟相关的物理效应，从而快速精确地找出改进设计的方法。”

在 BLOCK 的测试实验室，研发部门正在分析一些软磁材料的磁性特征和磁滞损耗。公司选用 COMSOL® 软件的一个主要原因是，他用户可以轻松地向软件中插入他们这些年来对磁性的研究中所开发的公式，并将其用于仿真。

» HPC 带来更大的突破

除了多物理场仿真，BLOCK 还充分利用了 COMSOL Multiphysics 提供的 HPC 功能：他们可以在不限核数的多核工作站和不限计算节点的集群中运行仿真。不论工作站还是集群，都可以帮助提升效率；现在，他们的研发团队可以快速地向客户交付出最好的产品。

Siatkowski 通过使用 COMSOL 为多个 BLOCK 元件开发了模型，通常很难对这些器件进行解析计算。他可以基于一些参数和客户的具体需求来建立几何模型，Siatkowski 为直流电感器开发的模型就是这样一个例子。

“利用 COMSOL，我可以运行一个包含多个参数的仿真，例如线圈的宽度、高

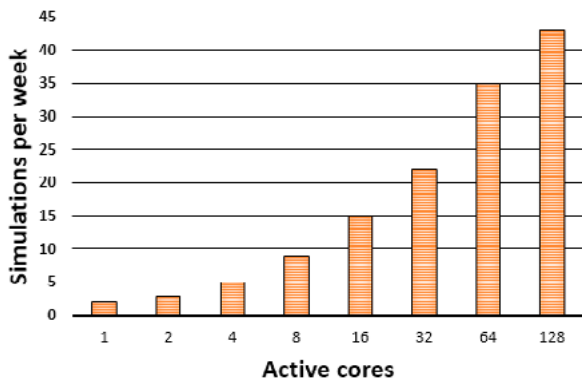


图 3: 从单个八核工作站移到小型集群后, 性能明显提升。

度和厚度, 还可以探索由我们的团队和客户定义的整个设计空间。现在, 我们的产品开发人员和销售团队可以更加高效和轻松地找出最佳解决方案。” Siatkowski 解释说。

» 一切基于架构

“对于较小的模型, 我可以直接在我的工作站上开发模型并进行计算。” Siatkowski 说, “但对于更大的模型, 我的工作站依然不够快, 内存也不够大。”

这时 COMSOL 灵活的特性就发挥了重要的作用, 它的软件架构和“慷慨”的许可证机制使它支持 HPC, BLOCK 充分利用了这一点。之后, Siatkowski 开始在包含多个内核的数台计算机上运行他的模型。

“我正在使用一个包含 22 个内核及 272 GB RAM 的集群, 可以在这里轻松地远程运行我的仿真。” Siatkowski 说, “COMSOL 支持分布式内存并行计算, 集群的每个节点也可以从本地共享内存式并行计算中受益; 这意味着我可以最大限度地利用所有可用的硬件。” 图 3 显示了在一个大型的电气研究中每周获得的仿真加速情况。

在高性能计算机上运行仿真后, Siatkowski 可以在他的工作站上查看结果, 并对结果进行后处理。“这样做的优势是, 运行仿真时, 我的工作站是空闲的, 因此可以做其他一些工作, 甚至能对其他模型进行前处理后处理。COMSOL 软件的架构帮我们提升了生产力, 使我们能为客户提供更好的服务。”



从左到右: C. Kliesch (本科生)、M. Siatkowski 博士 (高级研发人员)、M. Owzareck (高级研发人员)、A. Bimidi (学生实习生)、Y. Kumar (硕士生) 和 D. Kampen 博士 (高级研发部负责人)。

接第 32 页

以前, 这些复现型分析往往需要花费一名精通仿真的专家投入几个小时的时间。在 COMSOL App 的帮助下, 我们团队中各个层次的员工都可以毫不费力地轻松运行仿真。

总之, COMSOL 提供的多物理场仿真与 App 设计帮助我们的设计师做出了更好、更具竞争力的产品。效率是我们公司理念的核心: 使用更少的资源, 做出更多的成果。这不仅限于我们的产品效率, 也适用于指导我们的经营、创新与新设计开发。在 APEI 当前最优异的宽带薪隙解决方案的开发中, App 开发器是其中一个不可或缺的重要组成部分。



BRICE MCPHERSON 是 APEI 的一名高级工程师, 拥有 11 年的相关经验。主要负责极端环境下的高性能宽带薪隙功率半导体的封装设计。他专长于参数化 CAD 设计与 APEI 电源模块和转换系统的分析。