

技术文章

基于网络的设计工具 革新功率系统设计过程，将开发周期缩短几周

Dan Barsell

国际整流器公司设计部应用工程师

今天信息技术设计工程师需要设计比以前更小型和更高效率的功率管理电路。IC 技术在同样的晶片面积上集成更大密度的晶体管和更多的功能，随着电压越来越低，它会导致功率消耗的增加。

设计师已转用负载点（POL）功率系统结构以便于在高负载波动下减小功率传输损耗和维持电压的精密调节率。

许多 IT 系统设计师只有很少或者没有电源设计经验，市场上又缺乏具有迅速和精确模拟模型的开发工具。因此设计师就依靠反复试验的方法从目录中选择 DC-DC 变换器，或者在未知性能的情况下采用“剪贴”参考设计的方法。加上采购过程和优化实验电路板设计耗时甚多，也会导致开发延误。

这些挑战导致整个设计周期的延误，损害原始设备制造商的生产力，因为对于这些厂商来说，功率管理并非强项所在，但却是不可或缺的一环。一个新产品若延误六个月才推出市场会减少产品整个生命周期中 33% 的利益。然而若比原计划仅仅早一个月把产品推向市场，它却可带来高达 12% 的额外利益。

国际整流器公司（IR）创建了一个新的基于网络的方法来帮助 IT 设计师开发定制 DC-DC 变换器，省去了分离式功率系统固有的延迟。

新工具 myPOWER 在线设计中心重新定义了功率系统设计，它能够帮助元器件供应商缩短产品面市时间达数周甚至数月，同时为最困难的应用提供最优设计。

myPOWER 在线设计中心可供免费使用，网址为 <http://mypower.irf.com>。系统为高级电源提供一步步的解决方案，并使用快速（小于 5 秒）和精确的（5%

或更佳) 在线模拟去验证设计, 然后输出可定制的已验证参考设计和材料清单 (BOM), 以及为设计验证和系统整合提供快速器件采购。

myPOWER 在两个特定方面不同于其它的基于互联网的设计工具。它可以在大约 1V 输出电压和 1MHz 工作频率下提供高达 80A 电流的完整电路设计, 并提供了优化设计所需的极高精确度。

高效率设计工具的关键

下面的描述说明了 myPOWER 应用于同步降压 DC-DC 变换器的过程。IR 不久会将此相同的方法延伸到其它功率管理应用。

一个快速、有效、可定制的基于网络的设计需要符合以下条件:

- 参考设计不应只适用于某一个类别, 它们必须适合于应用。
- BOM 列出来的应该是实际能够购买到的元件, 而不仅仅是规格说明。
- 原型设计必须可以轻易得到。
- 最后, 也是最困难的是必须有高性能的模拟工具, 能够快速和精确的证明构思的正确性。

参考设计

事实上基本的电源设计和拓扑结构可以很容易从书本和参考设计中找到, 但问题仍然存在, 那就是这些参考系统能否运作, 它们是否可以针对客户的独特应用而优化。

参考设计必须非常简单以便一个新手也可以创作一个设计, 但是它要有充分灵活性以作调整, 并允许设计师改变输出电流和电压, 以及无源器件和滤波器。

这些参考设计也必须支持有经验的设计师的需要, 帮助他们利用无源器件进一步优化设计的成本、效率、输出纹波、暂态响应、输出电压和开关频率。

材料清单

许多参考设计的其中一个最大缺点是缺乏完整的材料清单。当大多数设计仅有元件的数值和描述, 而没有实际的供应商产品型号, 对采购部门来说很难去订购。

一个完美的参考设计应列出电路板上每一个元件的数量、数值、生产商和型号。它也应提供每一个供应商的各种型号的规格和详细说明，以方便有经验的用户选择他们喜欢的供应商和型号。

原型设计

任何功率系统设计工具最重要的是消除完成原型创作的延迟。要验证 POL 转换器设计一般也有额外的时间约束，因为它一般也是电路板上其中一个最后指定的配件。然而不幸的是如果在配置、采购、小批量生产和交付（包含分配部分）等方面出现任何问题或延误都会影响系统产品的面世。

在理想情况下，一个完整的原型创作过程不会超过两个星期。但在一个典型的设计周期中电路板必须重新设计，因为制造核心部分需要 20 星期和最小 1000 块，或者标准的参考设计不适合独特的电源要求。

要解决这些额外的延迟可以将最终的模拟设计直接连接到供应链，然后就可以收到经过完全测试过的参考设计，并附有部件工具包以优化参考设计，满足客户的独特要求。通过使用 myPOWER 在线设计中心，IR 可以在 72 小时之内将设计包交付全球客户。

模拟工具

IT 应用的点负载 DC-DC 功率系统越来越复杂，因此需要精确的模拟程序以减少反复试验的验证过程所浪费的时间。

实际上一些工程师，尤其是缺少时间或没有专业知识去开发模拟程序所需的精确电路模型的工程师，他们趋向于回避这些严格的计算并选择改良已有的参考设计，直接用实验电路板去验证性能参数。

工程师们宁愿花费几个小时修改电源电路而不愿花费数天时间去优化一个模型。因为工程师们要努力去达到研发阶段的整体生产力和成本目标，因此这两种浪费时间的方法都会被放弃。

有缺陷的模拟模型会导致给出的原型设计不能工作，并需要大量的重复性试验工作，这样一来就延迟了整个项目的进度。或者样品只能在某些特定条件下工作，而没有明确指出它的工作条件限制，这样就会导致将来的品质保证问题。

因此，一个不需模型制造的快速和精确的模拟设计是减少确证时间的一个关键要求。模拟的精确性，也就是说模拟和实际电路测量比较而言，是极其重要的，因为现代的设计需要元器件达到额定值的 80-90%之内。

如果一个模拟仅有 20%的精确度，工程师就不能确定其设计是否超出元件极限，或大多数供应商所指定的 10-20%降额窗口范围内。

理想上来说设计师们应当追求 1%的精确度。如果输入精确的数值，就能达到这一要求。然而，由于寄生参数的影响和大多数元件事实上有 1-30%的容许误差（典型的电阻器：1-5%，电容器：10-20%，输出电感：20-30%），这就是说模拟精确度一般是在 5%范围之内。

现在市场上的模拟设计要牺牲精确度而取得速度，或者牺牲速度而取得精确度。结果是，为了加速模拟速度，模型通常被“理想化”。例如，用一个理想的开关来代替精确的场效应管模型或是把寄生因素排除在电路设计之外。

这加速了模拟速度，但它也产生了误差，在模拟整个电路时也会夹杂这些误差。图 1 所示是现今典型的基于网络模拟工具得出的结果。其结果是理想化的，得出的是有无限斜度的简单条状图形。

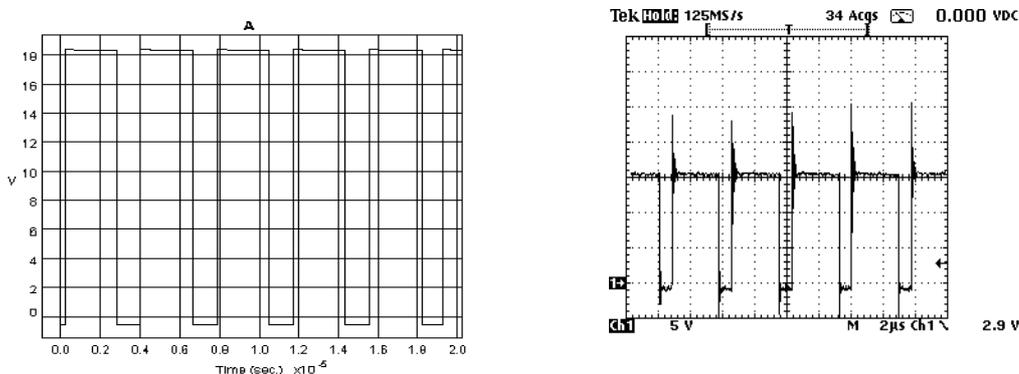


图 1 典型的基于网络的模拟波形和实际的示波器波形比较

在电路模拟阶段时模拟误差会被放大。一个复杂的电源模拟需要花费数小时才能完成。为了加速模拟，工程师把这些设计分割成较小的子电路，然后再把得出的数据结合于整个设计。如果数据没有被正确同化将会产生严重的误差。

时间步进也可导致误差。如果要精确代表类似波形，就需要更多的步进。这通常会使得模拟速度更慢，但其数据结果更精确。图 2 所示是采用同步降压变换器开关节点的例子。

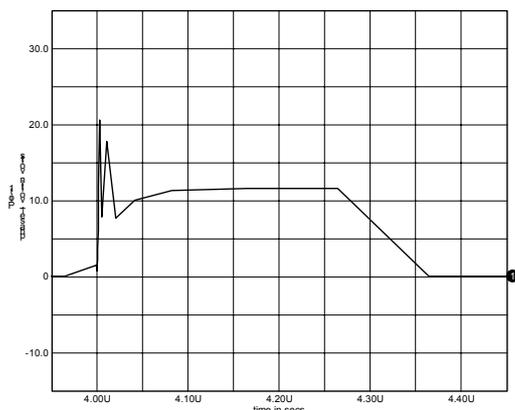


图 2A

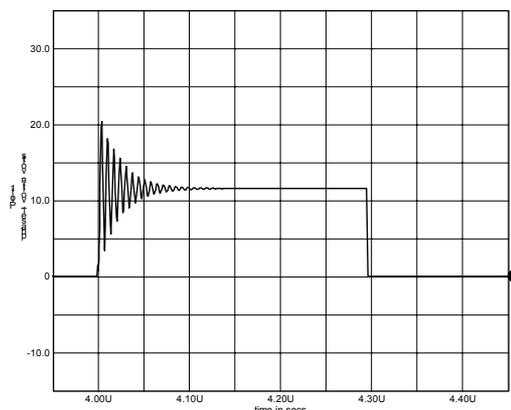


图 2B

第一个波形（图 2A）是用很长的时间步进模拟结果，第二个波形（图 2B）是以前者百分之一的的时间步进模拟的结果，这也需要多花费 100 倍的时间去模拟，但是其波形和图 2C 所示的实测波形更为接近。图 2C 记录的是用作图 2A 和图 2B 模型的实际模拟功率电路模型的示波器波形。

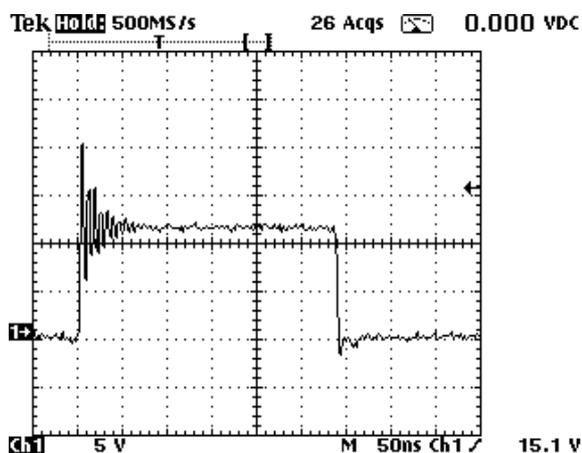


图 2C: 图 1 模拟的功率电路的实际波形记录

如果一个模拟器要得出有用的结果，它必须有精确的元件模型。为了创建这些模型，许多工程师花费数小时输入与电路相关的数据，运行耗时的模拟来反映实际的测量数据，然后优化模型。有些工程师为了节约时间花钱外购所需的专业模拟工作，但是前提是此模型已经存在，否则这仍旧要花费一些人的时间和努力。

在要求高精度的同时，设计师也要求用最少的的时间进行基于网络的模拟程序。因此整个网站必须仔细调整从而满足这些极端的要求。模拟的目标是时间应小于 5 秒，模型和实际波形之间的精确度应当优于 5%。

由于这些原因，国际整流器公司采用以 Berkeley SPICE 3 为基础的通用系列模拟器，并优化了每个元件模型的速度和精确度。

在 SPICE 中，每个电路的模型网络表被转换成一系列的数学等式。通过减少等式数量，也可以缩短程序运行时间，而这些程序往往因为相当耗费时间而没有执行。

IR 利用 MathCAD 把这些数学模型简化成几个等式，然后把这些简化了的等式放回到 SPICE 模拟器。所需模拟时间大大减少，而同时保持极高的精确度。

为了进一步提高精确度，模型中加入了寄生参数。这需要反复进行硬件测试、改良网络表和使用 1ns 的极小时间步长进行模拟，以提供精确度优于 5% 的模型。

把电路网络表的分析与改良相结合以及在模型中加入寄生元素为 IR 工程师们达到所追求的目标，就是把模拟时间从 3 分钟缩短至 4 秒并保持 5% 精确度。甚至当更换元件时，模型的精确度仍能保持在 $\pm 5\%$ 误差范围内，以确保模拟设计和原型测量保持一致。

原型和最终的设计

当设计完成模拟，系统就会输出一个完整的材料清单，Gerber 格式的 PCB 结构图以及电路原理图。IR 也提供独特的原型设计工具组件，包括经全面组装和测试的原型参考设计，并附有模拟期间所指定的各种无源器件。这些工具包能够在 72 小时之内交付，因此原型和设计证明能够马上开始。