

数字能源革命

目录

1. 使用电子技术控制能源
2. 为电力电子系统构建“V型设计”
3. 未来展望

看看图形化系统设计 如何帮助我们改变操控、转移和存储能源的方法



请在电动车的座椅上坐好；能源正在迈向数字化。当一个新的技术迈向数字化的时候，一切都会随之改变。对于一个刚进入数字化的技术来说，技术的提高过程会有一个全新的速率——从开始时冰川一样缓慢变化，发展为后来的指数级迅速增长。想想网络搜索是如何改变我们查找信息的方法；社交网络是如何改变我们获取新闻的方法；电子书和电子阅读又是如何改变我们购买图书的方法。当一个技术迈向数字化的时候，诸如“图书馆”、“报纸”、“书店”之类的单词将仅会成为过去的事物。

如何来定义从模拟到数字的转换？我们又怎样才能断定能源已经实现了这种转换呢？第一，要通过电力的形式实现对能源的数字化控制，需要使用智能传感器来采集电压和电流，然后使用快速的数字信号处理来将原始测量数据转换为具有分析价值的信息。另外，一些特殊的开关型电源 (Switched-mode power supply, SMPS) 电路能够将电能转换为脉冲的形式，这样系统就可以很好地完成控制。第二，数字化能源系统必须能够实现联网以及现场可重配置，这样可以传输采集的数据，然后通过服务器下载软件更新来实现连续的改进和错误调试。第三，系统必须完成高精度、高速的建模和仿真，包括模拟电路和嵌入式数字软件代码之间的交互。为了可以有把握地将嵌入式系统部署到工作现场，在安全的环境中通过仿真来对系统和系统更新进行测试，优化和验证是非常重要的。

当一个模拟技术迈入数字化的时候，它就成为了信息技术——软件课题。数字化能源革命是由强大的软件工具、丰富的运算能力、安全的网络架构以及专用嵌入式硬件系统支持的，当然，还有电力电子技术。

使用电子技术控制能源

电力电子，作为对能源进行电子化控制的技术，是对大量的电能进行转换、控制、操作以及传输的功率传递者。所使用的IGBT和MOSFET等功率开关器件，可以将兆瓦级的电能切分成为皮瓦级。电能效率每11年翻倍一次，但电能的价格则持续降低。现在，一个并不昂贵的逆变器系统可以比1980年代的逆变器系统多控制85%的电能而只消耗几个百分比的能源在耗热上。这种可以数字化地控制兆瓦级的电能又只消耗很少能量的技术真的是改变了一切。

与此同时，嵌入式处理器和现场可编程逻辑门阵列(Field-programmable gate arrays, FPGA)的性能高速地提升。在1990年代后期，模拟控制系统有着更高的平均效率，然而，在摩尔定律的帮助下，数字控制系统已经在性能上超过了他们的模拟前辈。而最近出现的将微型硬件数字信号处理 (Digital signal processing, DSP) 元素集成到FPGA元件上的技术，则使FPGA毫无疑问地成为了数字能源控制系统的首选平台。

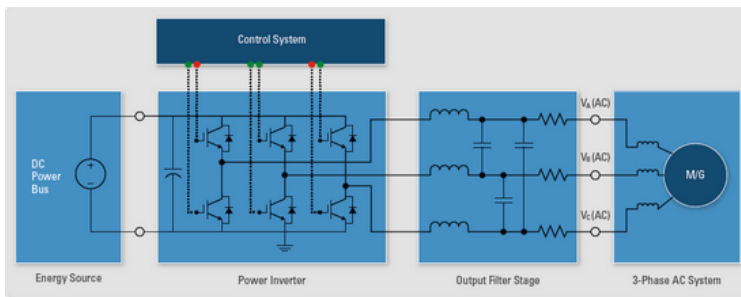


图1. 典型的数字化电能控制系统包括 电源、电能逆变器、输出滤波环节和三相 AC系统等组成

FPGA的 单美元性能每14个月就翻一倍，而一个 15个工程师组成的 开发小组需要大概 12至13个月才能 完成一个自定义的嵌 入式设计， 仅比性能 翻倍的周期略短。为 了跟上摩尔定律的指数增长速度， ， 工程 界的经理人必须依靠 商业现货供应 (Commercial off-the- shelf, COTS)技术。这 也是一些商业产品， 如新型NI SB- RIO通用逆变控制 (General-purpose inverter control GPIC)产品产生 的原因。NI SB-RIO是一个 低成本、现成可用的 开发板，提供了所有 电力电子控制所需的 I/O和最新的 FPGA以及实时处 理器技术。

现代的 FPGA为电力电子 控制系统提供了理想 的系统架构，因为它 可以让你将自定义 的高频数字脉宽调制器 (Digital pulse- width modulators, DPWM)和数字控 制电路放在专用的硬 件上。FPGA天生的 现场可重配特性尤 其适用于智能电网相 关的应用，它可以提 供长期的支持、维 护，并可以方便地 与 各种标准和通信协议 进行交互。

系统级的 图形化编程语言和为 了 大规模商业部署而 优化的商业现货供应 目标硬件(如NI GPIC平台)的 出 现为全定制的硬件开 发提供了一个新的途 径。可重配置的商业 现货供应系统大大降 低了大规模商业部署 中自定义硬件可能带 来的高成本和高风 险。

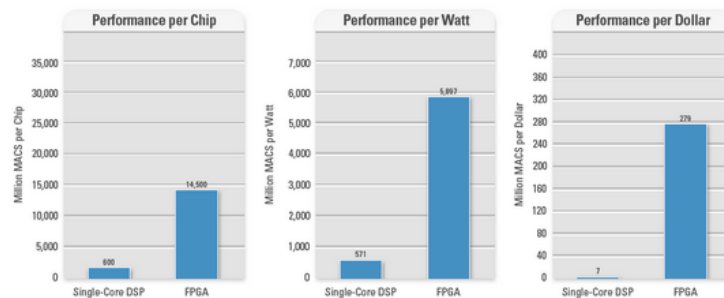


图2. 与单核 DSP芯片相比，将 微型硬件数字信号处 理单元集成到 FPGA中极大地提 升了FPGA的性 能， （ 评价指标为 每秒乘法累加运算次 数）

为电力电子系统构建“V型设计”

数字能源技术极其重要，可以大大提升太阳能系统、风能系统和能源存储系统的性能并降低其成本。NI的研发团队正在努力为能源数字化革命提供一套完整的工具链，其着眼点就是完成电力电子的“V型设计”。您可能已经从汽车和航天领域听说过V型设计，它描述的是一套包括产品设计和测试的综合过程。NI目前正在对V型设计（参考图3）的每一个步骤进行研究以提高商业数字能源产品的设计、原型化和部署效率。最终的目标是完全消除所有可能影响嵌入式系统开发团队效率的因素。

图形化的系统设计方法从联合仿真开始，它可以让用户在一个可以捕捉数字控制系统和电力电子系统交互情况的高保真仿真环境中开发 LabVIEW FPGA代码。。LabVIEW FPGA和NI Multisim电力电路仿真软件可以自动地调整仿真步长来捕获模拟电路的快速瞬态响应以及它与基于FPGA的控制系统交互。例如，如果一个电感元件中的电流正在上升，那么仿真过程会自动地变慢来捕获对数字控制系统的影响。

另外更重要的一个方面是允许开发团队在该仿真环境中开发实际的 LabVIEW FPGA代码，然后可以方便地将该代码下载到实际的 FPGA目标中。这就创造了一条完全双向的开发途径。从原型开发到后期产品的自动升级，在任何环节对软件所作的修改都可以对应到该工具链中。要实现的目标就是在系统开发的第一天编写嵌入式系统代码，并在整个开发过程中不断地对其进行完善。你可以并行地设计电力电子电路、FPGA软件代码和自动测试代码，从而对非线性设计中的能源效率、成本和产品生命周期进行折中处理。这样，就算面对更加艰难的折中，我们也可以同时进行多线程优化设计。

为了避免对 LabVIEW FPGA生成的代码进行拖拽修改以及可能由此造成的代码污染，FPGA的资源使用效率必须与手写寄存器传输级代码相比较。同时，设计平台必须包括定点运算模块以及电力电子 IP库来实现控制、信号处理和功率分析算法的有效开发。最后，该工具链必须是针对预验证的商业现货的控制板，控制板需要满足电力电子产品大规模商业生产所需的特定控制 I/O、性能和成本需求。

这个世界真的是不可思议，能源问题竟然成为了软件问题，我们只需要找到正确算法来有效地转换、控制、传输并存储能源。是数字化能源革命可以让这一切成为可能。我们怎么才能知道这一切已经发生了呢？如果一个系统已经数字化并使用了数字控制、接入网络、现场可重配置，已经经过建模和仿真，并每年都以极快地速度提升着性能，那么我们就可以称其为数字化能源技术。

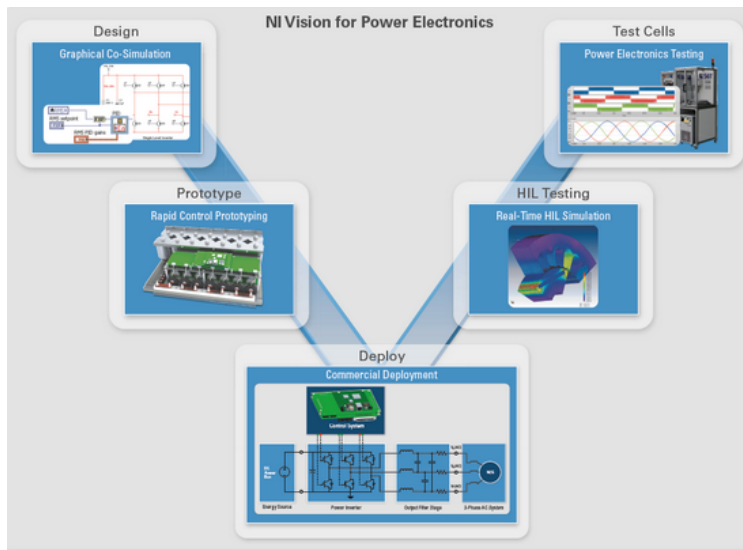


图3. NI正在为完成数字能源的“V型设计”而努力提供完整的工具链，包括数字电力电子控制系统的快速设计、商业化和验证测试工具。

未来展望

这个世界真的是不可思议，能源问题竟然成为了软件问题，我们只需要找到正确算法来有效地转换、控制、传输并存储能源。是数字化能源革命可以让这一切成为可能。我们怎么才能知道这一切已经发生了呢？如果一个系统已经数字化并使用了数字控制、接入网络、现场可重配置，已经经过建模和仿真，并每年都以极快地速度提升着性能，那么我们就可以称其为数字化能源技术。

数字能源革命可以帮助我们解决的最大工程问题是什么呢？至少有一点是可以确认的——这些技术带来了性能的快速提供和成本的大幅下降，它们是可再生能源、智能电网和电动汽车系统的核心技术。

—Brian MacCleery brian.maccleery@ni.com

Brian MacCleery是NI清洁能源技术部门的首席产品经理。他的目标是设计、原型化和部署先进的嵌入式系统来帮助清洁能源系统实现比燃料能源系统更低的成本和更高的效率。

访问开发者社区来参 加电力电子相关的讨论

此文首次出现于 2012年第2季度仪器仪表季刊

法律条款

资料受美国和其它国家版权法的保护，禁止任何违反版权法使用该资料的行为，包括但不限于重印、下载、复制、改编，以及通过任何媒体、设备或过程的传播或传送。