



伯尔尼应用科学大学通过 HIL 实验室环境对现代家庭中的系统组件进行可复现的真实测试，并利用 dSPACE MicroLabBox 控制单个系统和仿真环境。

# 产消合一

## 产消合一型家庭负载潮流管理的实验室测试

由于连通性的发展，现代家庭中的生活设施变得越来越复杂。在这些设施系统中光伏系统、蓄电池、热泵和能源管理系统 (EMS) 都进行交互，因此提高了生成能量时的自消耗。这种家庭称为产消家庭，因为他们在消耗电能的同时也产生能量。能源管理系统能够智能控制能源流动，因此这种产消方式会在未来的电力市场中发挥更积极的作用。例如，这些管理系统可以控制蓄电池的能量输入或输出，甚至可以打开或关闭热泵。但是，在此过程中需要访问各种接口和通信协议。除了优化家庭能耗之外，EMS 还可以稳定低压电网中的电压。现代家庭设施系统中创新组件的研究、开发和认证必须在测试台架上的受控环境中完成，并支持各种电气设备集成和电网连接。在这种实验室环境中，我们可以检查和优化现实场景中组件之间的相互作用及其对低压电网的影响。

### 现代家庭中 HIL 测试台架的应用

伯尔尼应用科学大学的 Prosumer-Lab 实验室在实验室环境中模拟了一个现代家庭的设施系统。硬件在环 (HIL) 测试台架能够在受控的可复现条件下对系统组件进行分析、比较和开发。因为我们可以利用系统组件将软件仿真和硬件模拟结合使用，这些系统组件 (如蓄电池和逆变器) 都是市场上随时可以买到的。研究人员能够将家庭中光伏系统、热泵、蓄电池和能源管理系统的电能和热能流动方式应用到具有真实电压和电流的电网接入点。以下问题引起了大学研究人员的兴趣：如何通过能源管理系统以智能化方式引导和控制建筑物内的能源流动？分散的能源和蓄电池对电网的稳定性有何影响？如何通过市场上的通用方式将分散的产消系统集成到低压电网中？

### 高度灵活的模块化测试台架

Prosumer-Lab 实验室中的计算机能够对家用电器进行模拟 (热泵、热水加热器、烹饪炉等)，并能对这些家电在实验室电网中的功耗 (最高可达 50 kVA) 进行可再现的模拟。另一台模拟设备用于创建电网，能对谐波振荡或电压突降等电压质量参数进行设置，可在任何特定时间生效。八个功率高达 5 kW 的光伏 (PV) 模拟器能够模拟屋顶不同位置的光伏系统。蓄电池、光伏逆变器和 EMS 等附加组件是真实的，并且现场安装，因此可以在现实生活条件下进行测试。测试台架中的仿真专用于热分布的计算和热元件的模拟，因为它们不能以真实和可复现的方式轻松地集成到测试台架中。例如，室内热环境仿真可确定室温、热水需求、热泵或蓄热单元能量损失的分布。图 1 显示了测试环境的专属模块化和灵活设计，并能轻松对 >>



图片来源: BFH

用于负载潮流管理的蓄电池、模拟器以及电路和控制技术。

“正是由于 MicroLabBox 具备许多模拟和数字接口，各种通信协议和总线系统，如以太网，才使其为当今研究环境中大量快速变化的需求提供了巨大的灵活性。”

Steffen Wienands, 伯尔尼应用科学大学

组件进行启用和停用。通过这种方法，实验室能够模拟配备各种系统组件的家庭。模拟设备和真实系统组件配备了各种各样的接口和通信协议。我们需要连接所有测试设备来构建网络，这是一项重大挑战。此外，必须编写一个总体控制程序来管理所有单独的模拟设备。该程序须以 10 kHz 的分辨率实时运行。

### 测试台架硬件的中央控制

MicroLabBox 提供以太网和 RS485 等多种类型接口，以及模拟和数字 I/O 接口，为测试台架提供高度的灵活性。图 2 显示了大量不同的接口，使

MicroLabBox 能够管理测试台架的设备。设备定义的值由 Scenario Manager 或仿真软件进行计算，然后通过 MicroLabBox 应用到测试台架。完成完整的系统后，负载模拟器的控制算法在 MATLAB®/Simulink® 中很容易实现。控制算法可提高模拟器上已定义目标值的精度，并增强模拟器的功能，从而能够应用电流和电压特性。实现这一目标需要 10 kHz 分辨率，但无需任何 FPGA 编程。MicroLabBox 是所有测试台架设备的中央控制单元。它将目标值传递给设备，并读取设备的实际输出值。

### 实时系统的外部访问

为了轻松获取数据，需要创建一个 Web 应用程序，以建立服务器-客户端结构。MicroLabBox 通过 ASAM XIL API 集成到此结构中。通过使用 ASAM XIL MAPort (模型访问端口)，程序可以在操作进行期间访问应用程序值并处理数据，然后这些数据可以直接显示或导出到其它分析过程中。

图 1 : Prosumer-Lab 实验室测试台架的电流流动和模块化概念。



