



# OPAL-RT助力magnix 推动电动飞机研发

## magnix

### 应用领域

- 电机和电动飞机

### 相关产品

- RT-LAB
- eHS | 基于FPGA的电力电子工具包
- OP5707

### 仿真类型

- 硬件在环仿真(HIL)

用户成功案例

# 项目介绍

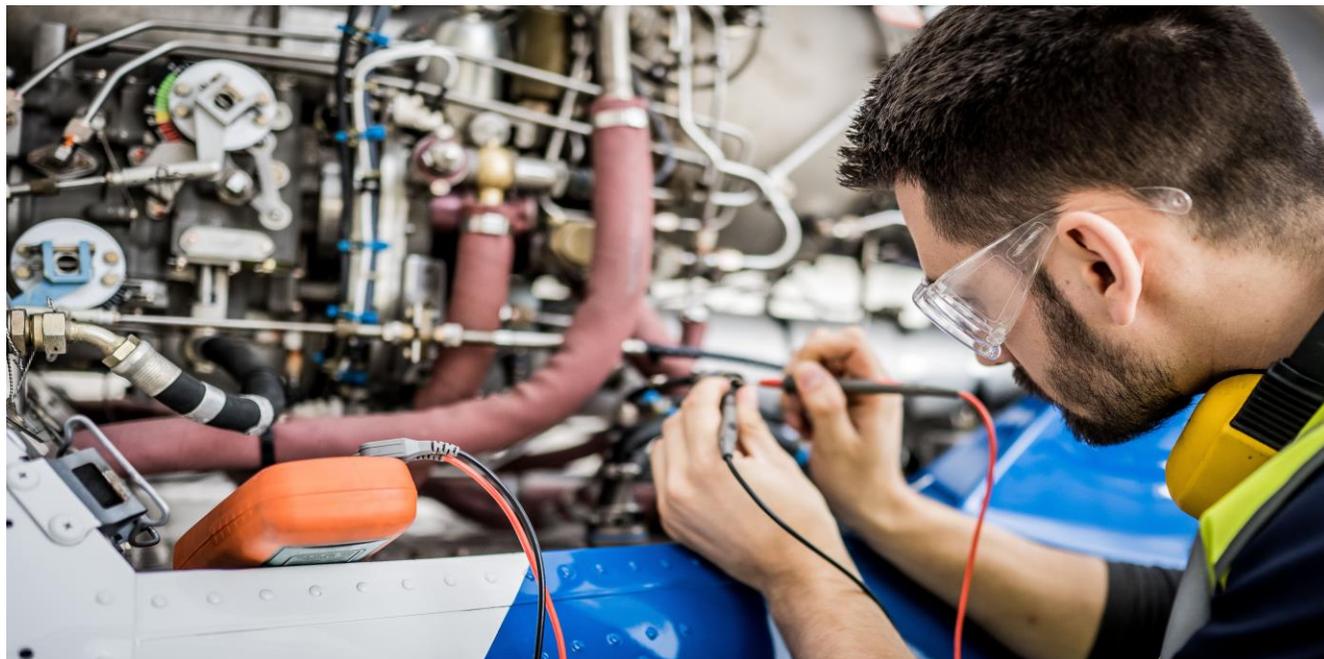
商业航空是全世界监管最严格的行业之一，因为管理机构对其有十分严格的安全要求。加上经济和风险的因素，商业飞机的设计领域很少发生大的变革。尽管汽车和运输业都在迅速向电气化发展，但是电动客机的构想无论在技术上还是商业上却都不被看好。

直到2019年12月10日，温哥华电机制造商magniX和Harbour Air Seaplane（北美最大的水上飞机服务商）成功试飞了第一架商用电动飞机，这一僵局终于被打破。这架历史悠久的de Havilland DHC-2 Beaver水上飞机经改装后，由magniX的560kW电力驱动系统提供动力。



magniX出品的magni500电动飞机引擎

虽然eBeaver的首次试飞只持续了15分钟，但立即登上了媒体头条，因为这标志着航空这一高度依赖燃料的行业终于向电气化迈出了重要的一步，并预示着更多令人振奋的可能性。



2020年5月28日，在eBeaver历史性试航仅六个月后，magniX基于上次的成功经验又一次试飞了Cessna 208B Grand Caravan。这架电动飞机比DHC-2更大，目前能够搭载4到5名乘客飞行160km。

eBeaver和eCaravan这样的电动飞机能够从梦想照进现实，得益于几项重要技术突破：

1. 高度优化和高功率电机。这是magniX的主业，能够为飞行提供所需动力。

2. 电力电子工作效率、工作电压和耐热性得到了迅速提升。

3. 电池技术的进步。

当然，目前的电池技术仍然是电动飞机面临的最大制约因素。相比之下，喷气燃料的能量密度是锂电池的40倍以上，而实现全电飞行需要大规模锂电池，这大大增加了飞机的重量并因此限制了飞行总时长。因此，目前像Harbour Air这样的短途区域航线是理想的第一细分市场。

**“OPAL-RT 研究领域广泛，行业普及度高，技术上能够快速准确仿真复杂电力电子硬件、服务上有强大专业的客户支持团队，这些优势促成我们在多个HIL解决方案中最终选择了OPAL-RT。”**

——Akshat Yadav  
magniX电力电子工程师

# 目标和挑战

对于eBeaver和eCaravan项目，magniX的目标之一是快速测试电力推进控制器软件，为试飞做准备。为此，magniX利用OPAL-RT的实时仿真器对电机和逆变器硬件进行仿真，以集成和验证在原型控制器模块上运行的控制软件。

magniX 将标准涡轮发动机改进为电动机，并做了一些创新修改。除了减少冗余通道，还设计了一种摆脱传统重型变速器的方法，能够将动力从发动机传送到螺旋桨上。

对于此类开创性项目而言，实时仿真具备很多优势：仿真使用户能够在实际搭建硬件前进行可行性研究，对变量进行迭代更改，并



magniX出品的750-hp电动引擎

监测其对结果的影响。在必须对硬件进行物理修改之前，这些操作都可以在虚拟环境中完成，从而大大节省了成本。

**“我们的目标是快速测试电力推进控制器软件，为飞行做好准备。OPAL-RT实时仿真系统有助于快速建模并仿真用于验证软件系统的硬件设备。”**

——Akshat Yadav  
magniX电力电子工程师

# 解决方案

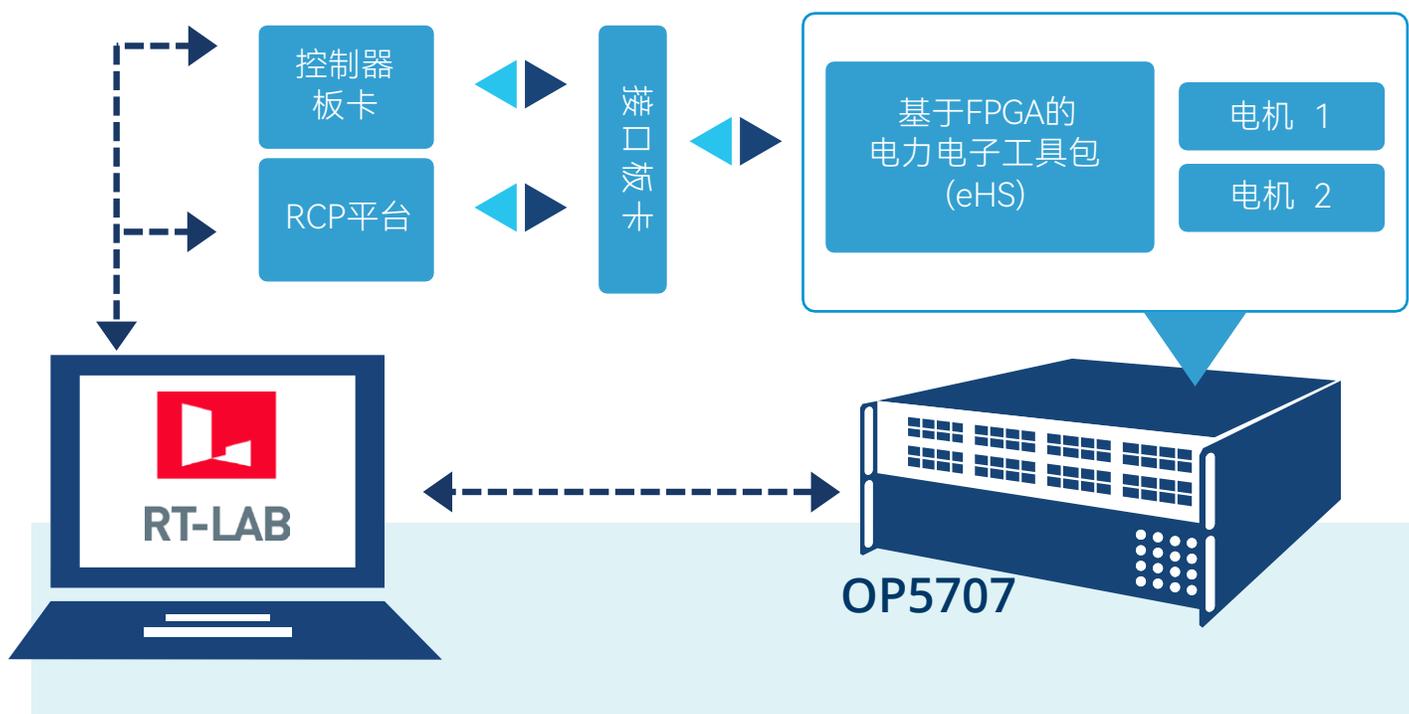
magniX的规划是首先仿真一个简单的R-L（电阻，电感器）负载模型，以启动硬件/软件集成，随后进行完整的电机模型集成。

R-L负载模型使用OPAL-RT基于FPGA的电力电子工具包（eHS）创建。eHS的时间步长小于400 ns，能够实时仿真具有连接R-L负载的逆变器模型。

eHS还能够对各种基本参数进行实时测量。控制

器与R-L负载集成后，实际电机模型也被集成到系统中。eHS内提供的电机模型可访问各种电机参数，能够帮助magniX深入了解软件的各项功能，这对于软件的验证和测试至关重要。基于Python的API实现了测试自动化，从而节省了大量时间并减少了人为错误。

OPAL-RT仿真器能够对复杂的电力电子系统进行快速建模和仿真，有助于在开发的初始阶段修复软件错误。



magniX利用OPAL-RT的eHS工具包和OP5707仿真器来仿真其magniDrive逆变器和电机，以进行控制器开发和测试。

# 项目成果

使用OPAL-RT系统进行迭代和HIL测试，有助于开发和验证magniDrive逆变器的控制软件，该软件集成在magni500推进系统中。上文中提到的目前世界首架商用电动飞机（eBeaver）和世界最大的全电动商用飞机（eCaravan）均由magni500驱动。

电动飞机的一大优势是极大地缩减了动力成本：eBeaver飞行30分钟的电力成本约为8.20美元；

而同样的航程，标准Beaver的燃油费用约为135美元。

magniX最终在多个HIL解决方案中择OPAL-RT的原因在于：OPAL-RT在实仿真领域积累了广泛的研究成果，行业普及度高，具备快速准确仿真复杂电力电子硬件的能力，以及专业且强大的客户支持团队。”

在系统设置和安装过程中，OPAL-RT团队积极响应，为我们提供了大量支持。OPAL-RT提供的连接器和外接设备能够轻松与控制模块及测量单元进行无缝集成。OPAL-RT提供的文档、示例和培训有助于我们在短时间内快速进行系统设置。

—— Akshat Yadav  
magniX电力电子工程师



magniX团队与首次试飞成功的eBeaver合影