

# O teste em tempo real de sistemas aviônicos complexos

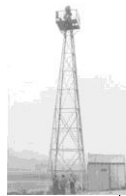


**Leandro Fonseca**

Gerente de Contas Militares, Aeroespaciais e de Defesa

# Agenda

- Introdução
- Teste em tempo real
  - Prototipagem rápida de controle
  - Hardware-no-loop (HIL)
- Plataforma NI RTT
- Automação do teste em tempo real



Luzes



A-N Range



ADF



VOR



ILS



HSI



LORAN



GPS



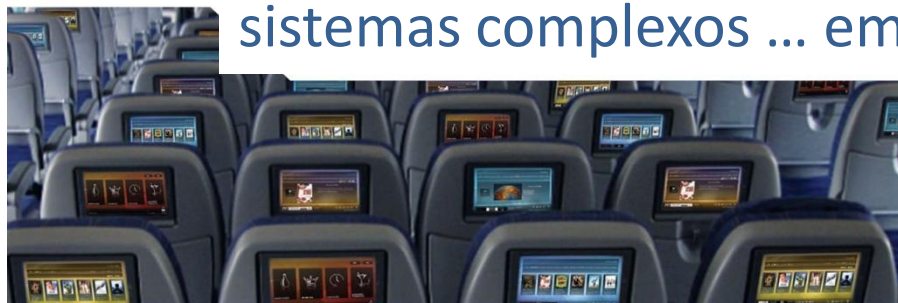
GPS+COM



MFD

# Avanços em aviônica de navegação

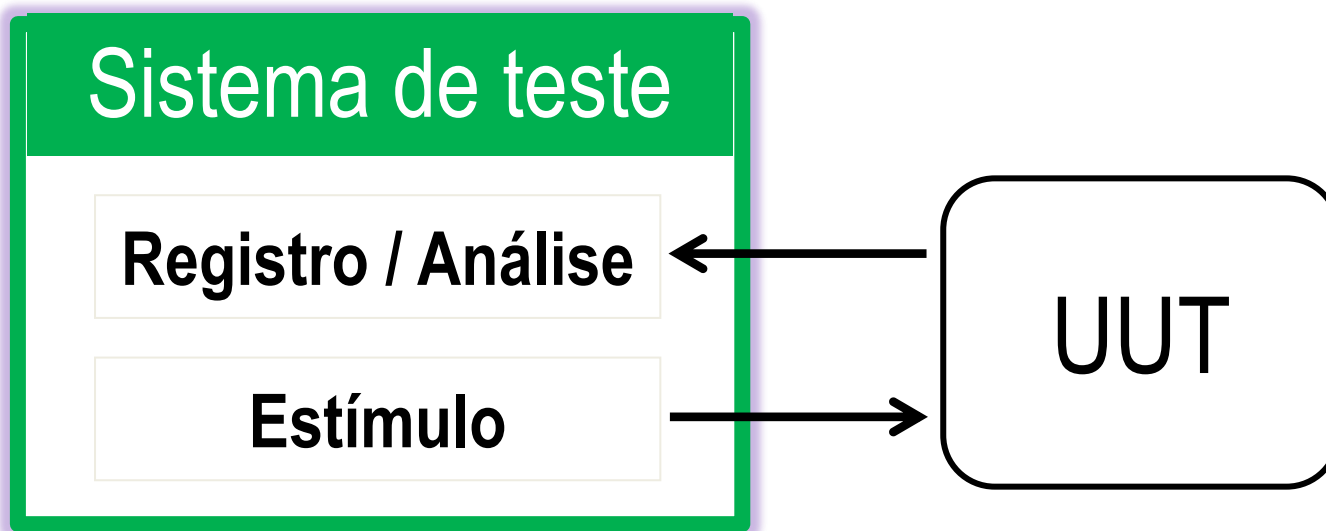
Com os modernos IFE civis e sistemas complexos ... em 3D



# Desafios da aviação

- Cronograma agressivo
- Orçamentos reduzidos
- Integração de sistemas de diferentes fornecedores
- Cronograma de entrega do fornecedor
- Capacidade de manutenção
- Requisitos em mudança
- Controle da configuração
- Certificação

# O que é teste em tempo real



O uso de um ambiente em tempo real como parte de um sistema de teste para aumentar o desempenho ou a confiabilidade.

# Exemplos de teste em tempo real

Teste de estímulo – resposta

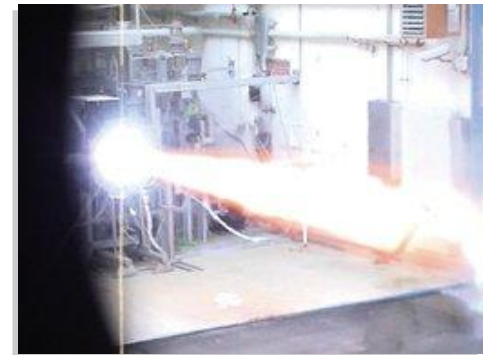
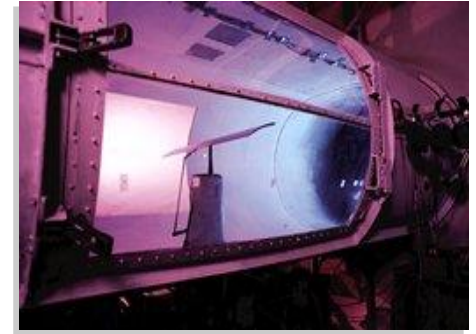
Teste em túnel de vento

Teste ambiental

Teste de durabilidade

Teste com dinamômetro

Teste com hardware-no-loop (HIL)



# Aplicações do teste em tempo real

## Teste do módulo de controle do motor (HIL)

Emulação de motores



Temp, fluxo, pressão, 1553...



FADEC



PWM, analógico, digital



## Teste de mísseis

Emulação de sistemas on-board



Estímulo



Míssil



Resposta







**FADEC**

**APU**

**CONTROLES DE VOO**

**AVIÔNICA**

**TRENS DE POUSO**





**FADEC**

**APU**

**CONTROLES DE VOO**

**AVIÔNICA**

**TRENS DE POUSO**



**UNIDADE DE CONTROLE DO MOTOR**

**TRANSMISSÃO HÍBRIDA**

**AGRUPAMENTO DE INSTRUMENTOS**

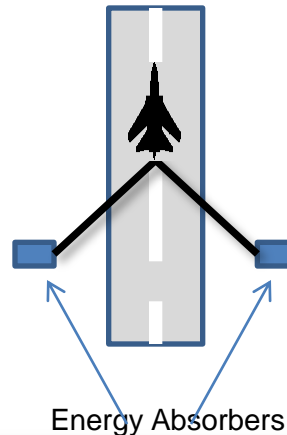
**UNIDADES DE CONTROLE ELETRÔNICO**

**ESC**

# Aircraft Arrestor System Testing

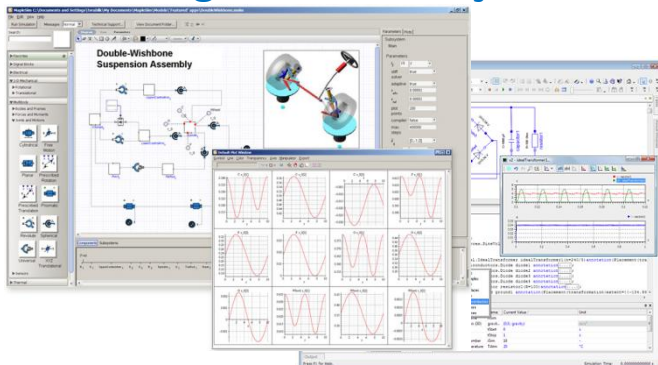
“Com NI VeriStand, nós usamos o framework existente e o personalizamos, com isso poupamos o tempo de desenvolvimento e instalação significativamente. Isto se correlacionou diretamente com a redução do custo geral do sistema...”

**Greg Sussman**  
**Certified LabVIEW Architect**  
Process Automation

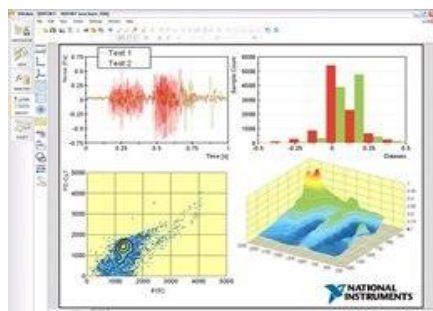


# Plataforma de teste em tempo real

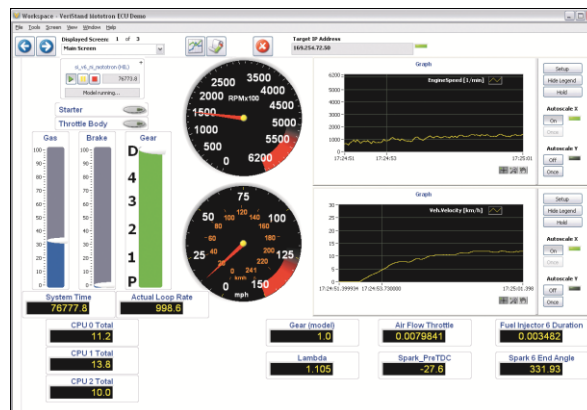
## Modelagem e Simulação



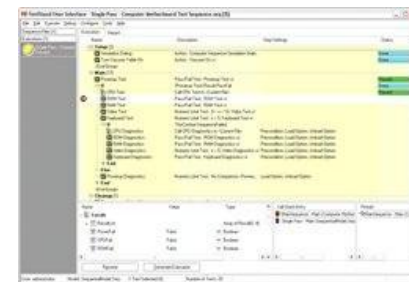
## Análise e Relatório



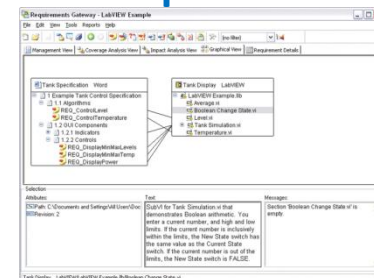
## NI VeriStand



## Automação de Testes



## Gerenciamento de requisitos



Processador de  
tempo real



E/S Digitais  
e  
Analógicas



Interfaces  
com  
barramentos



Inserção de  
falhas



Instrumentação  
modular e RF

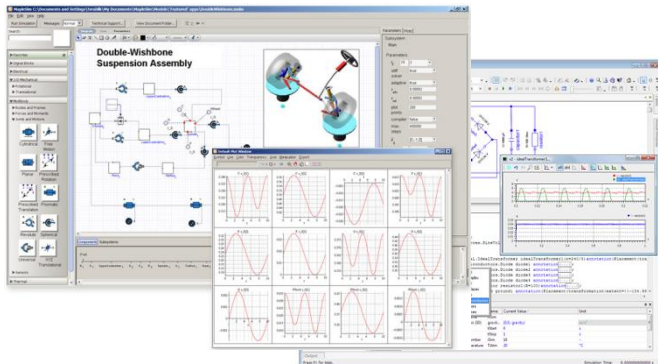


Visão e  
controle de  
movimento

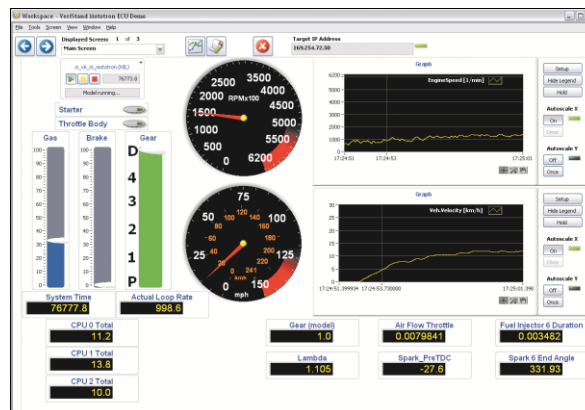


# Plataforma de teste em tempo real

## Ambientes de modelagem

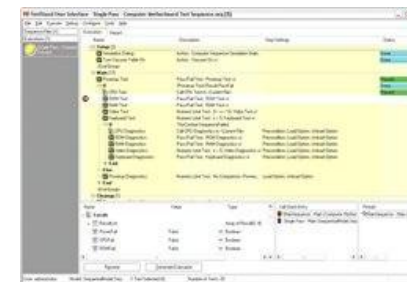


NI Diadem

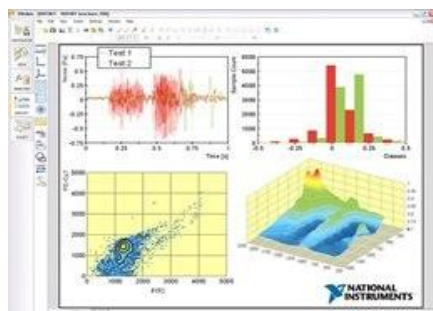
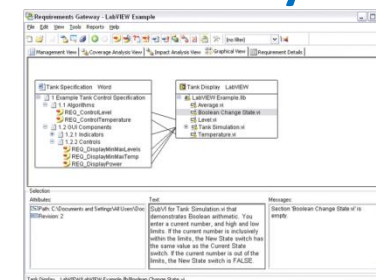


NI VeriStand

## NI TestStand



## NI Requirements Gateway



**PXI**  
Systems Alliance



Processador de tempo real



E/S Digitais e Analógicas



Interfaces com barramentos



Inserção de falhas

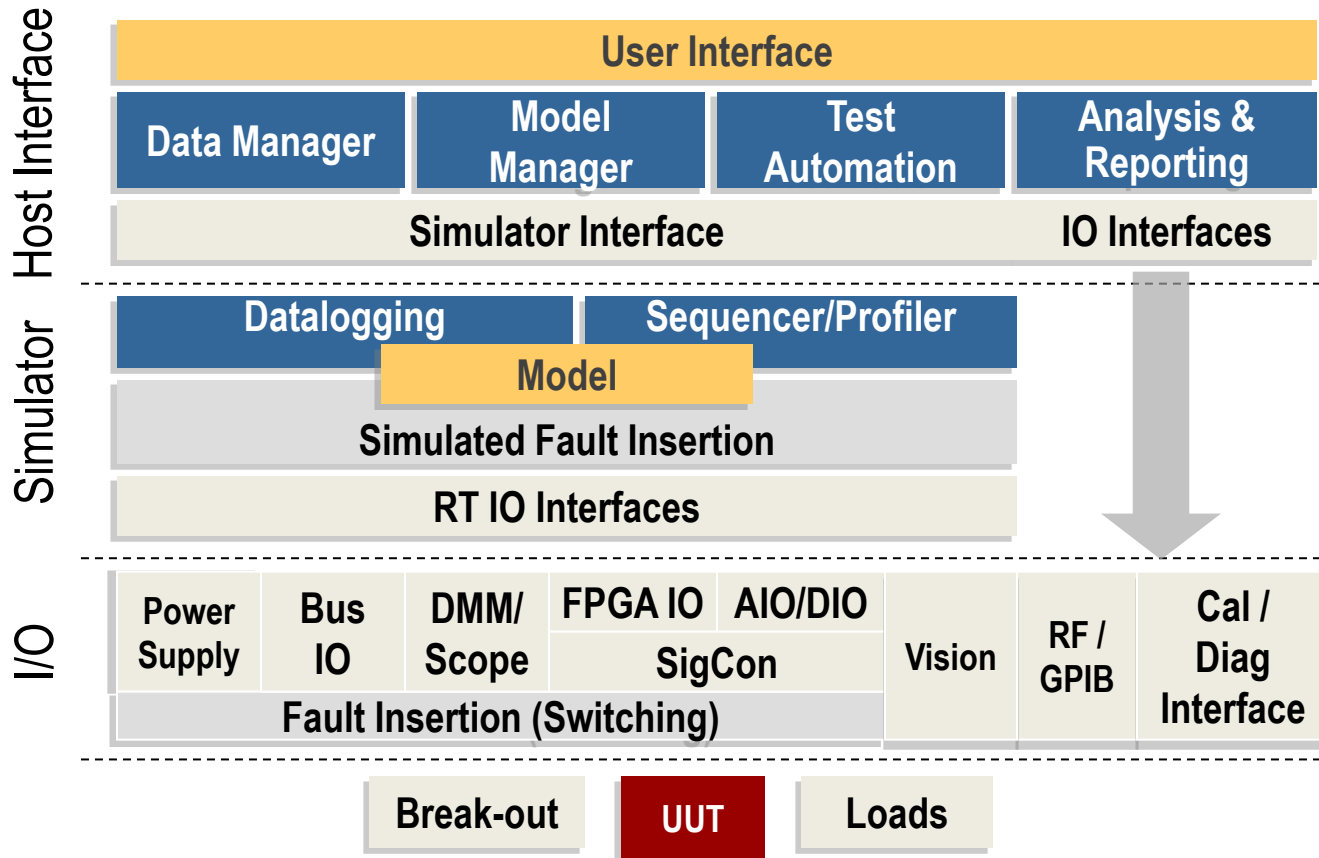


Instrumentação modular e RF



Visão e controle de movimento

# Plataforma de teste com HIL



LabVIEW

LabVIEW RT

LabVIEW FPGA

TestStand

DIAdem

C / C++

# Plataforma de teste com HIL

Host Interface

Simulator

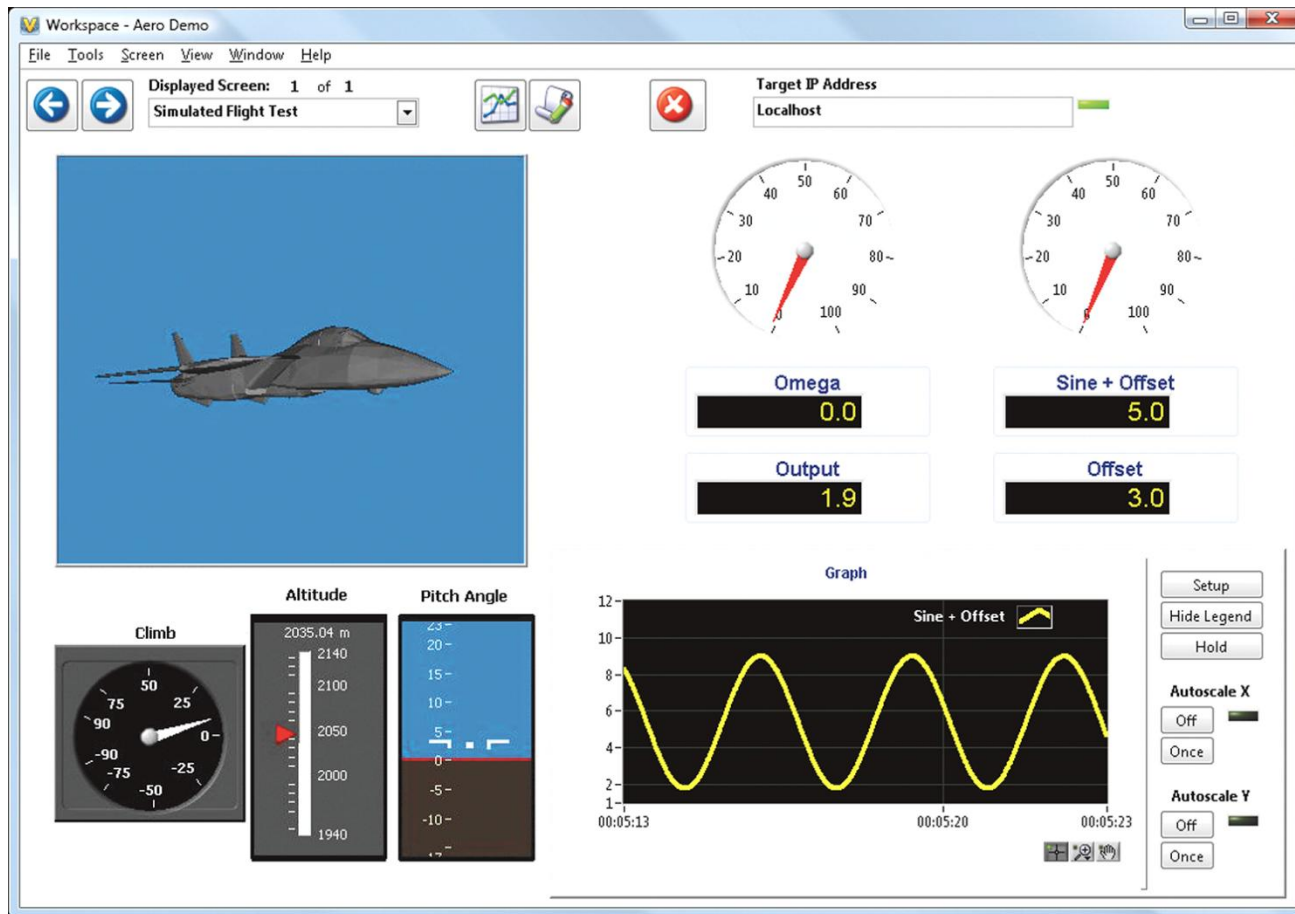
I/O



- Sequenciamento de teste em tempo real
- Gravação de dados
- Pronto para *Multicore*
- Execução de múltiplos modelos
- Temporização e sincronização de dados em múltiplos processadores
- Interface de usuário reconfigurável em tempo de execução
- E/S reconfiguráveis baseadas em FPGA
- Vasta gama de interfaces de E/S
- Inserção de falhas por HW e SW
- Plataformas de SW e HW abertas

# NI VeriStand™

Real-Time Testing and Simulation Software





## WORKSPACE



**VERISTAND**

**NI VeriStand Host Server**



**NI VERISTAND ENGINE**

**Server Communication**

I/O	Calc Ch Processing
Channel Forcing	Stimulus Generation
Model DLL Execution	Alarm / Procedure Exec
Parameter Updates	Custom Devices

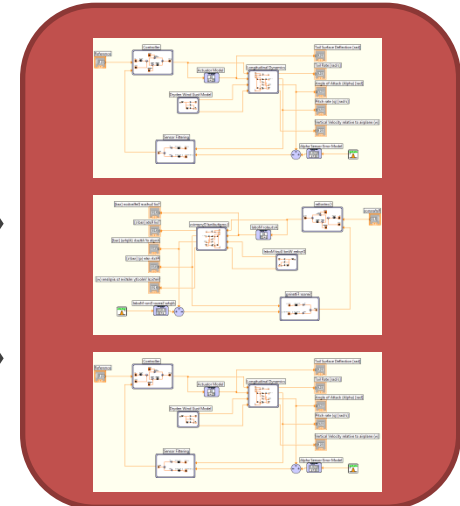
**I/O Drivers**



**Real Time &  
FPGA I/O**



**SIMULATION MODELS**



# Ambientes de modelagem

## Suportados

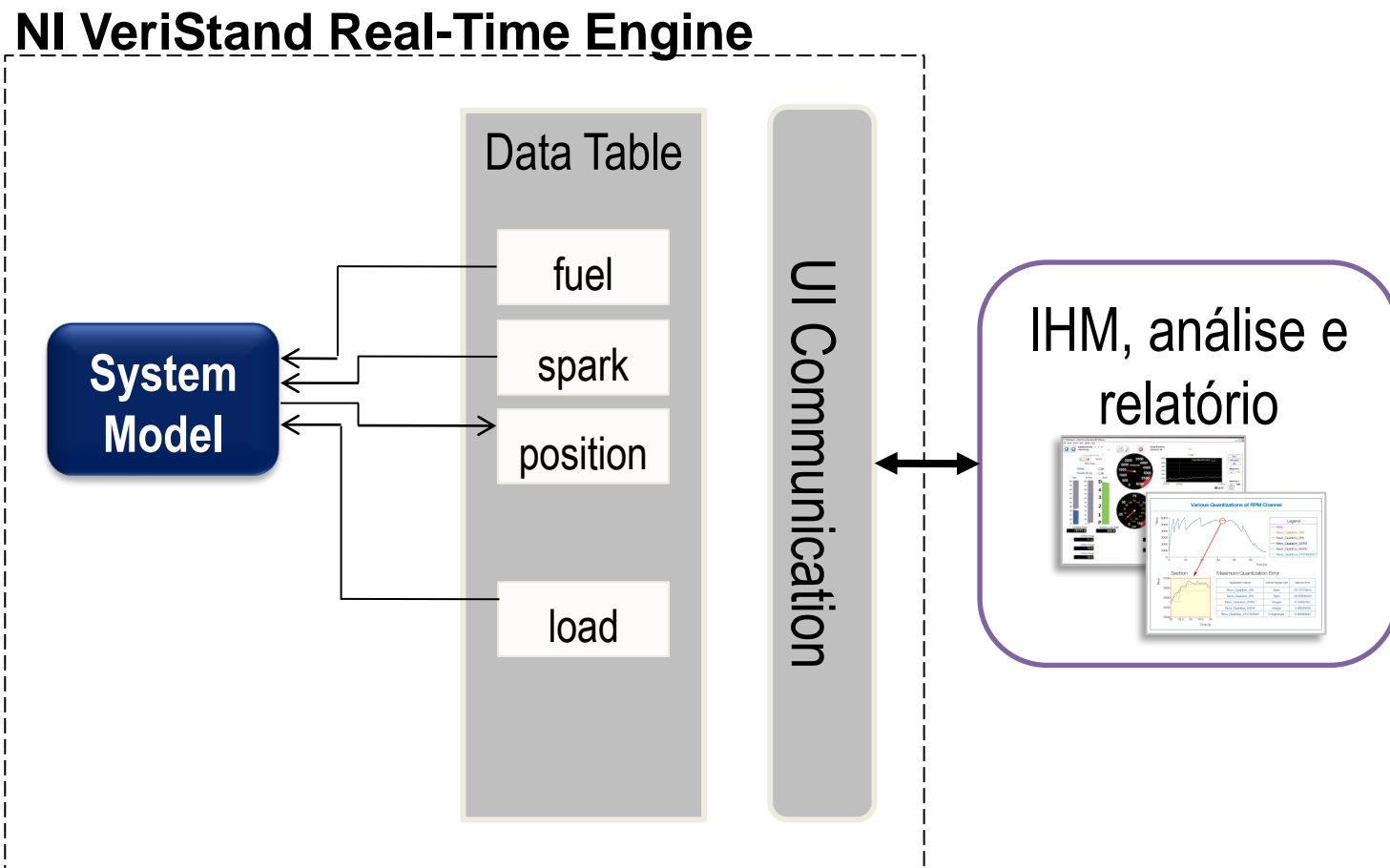
- The MathWorks, Inc. Simulink® software
- LabVIEW Control Design and Simulation
- MapleSim from Maplesoft
- SimulationX from ITI
- Tesis DYNA models
- NI MATRIXx SystemBuild
- Esterel SCADA Suite
- FORTRAN
- C/C++

## Em desenvolvimento

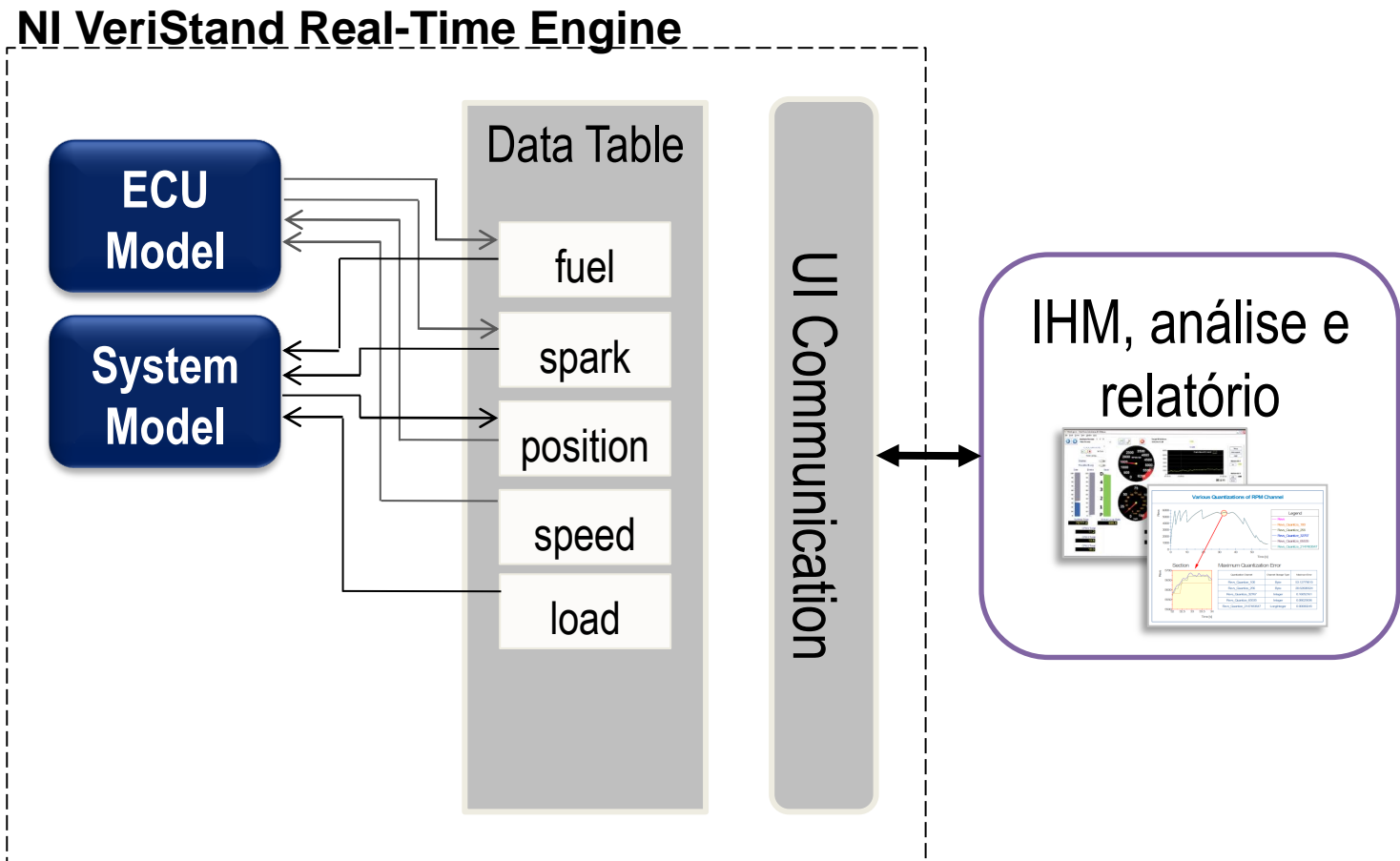
- CarSim from Mech Sim Corp.
- GT-POWER engine models from Gamma Technologies Inc.
- AVL BOOST/CRUISE
- WaveRT from Ricardo
- AMESim from LMS
- WaveRT from Ricardo
- VI-grade models
- Visual Solutions (VisSim)
- Dymola models from Dynasim

Simulink® is a registered trademark of The MathWorks, Inc. All other trademarks are the property of their respective owners.

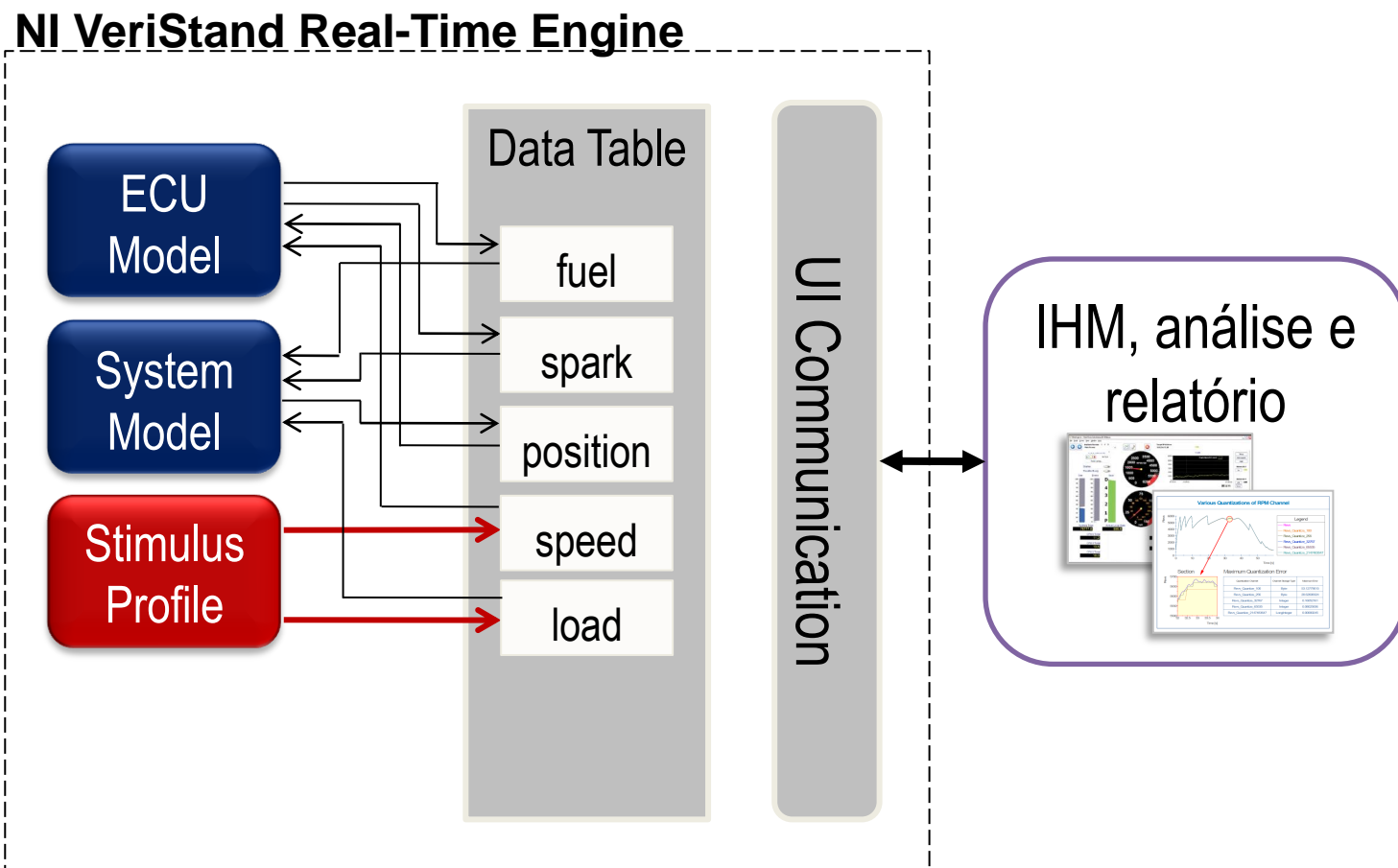
# Adicionando um modelo de sistema



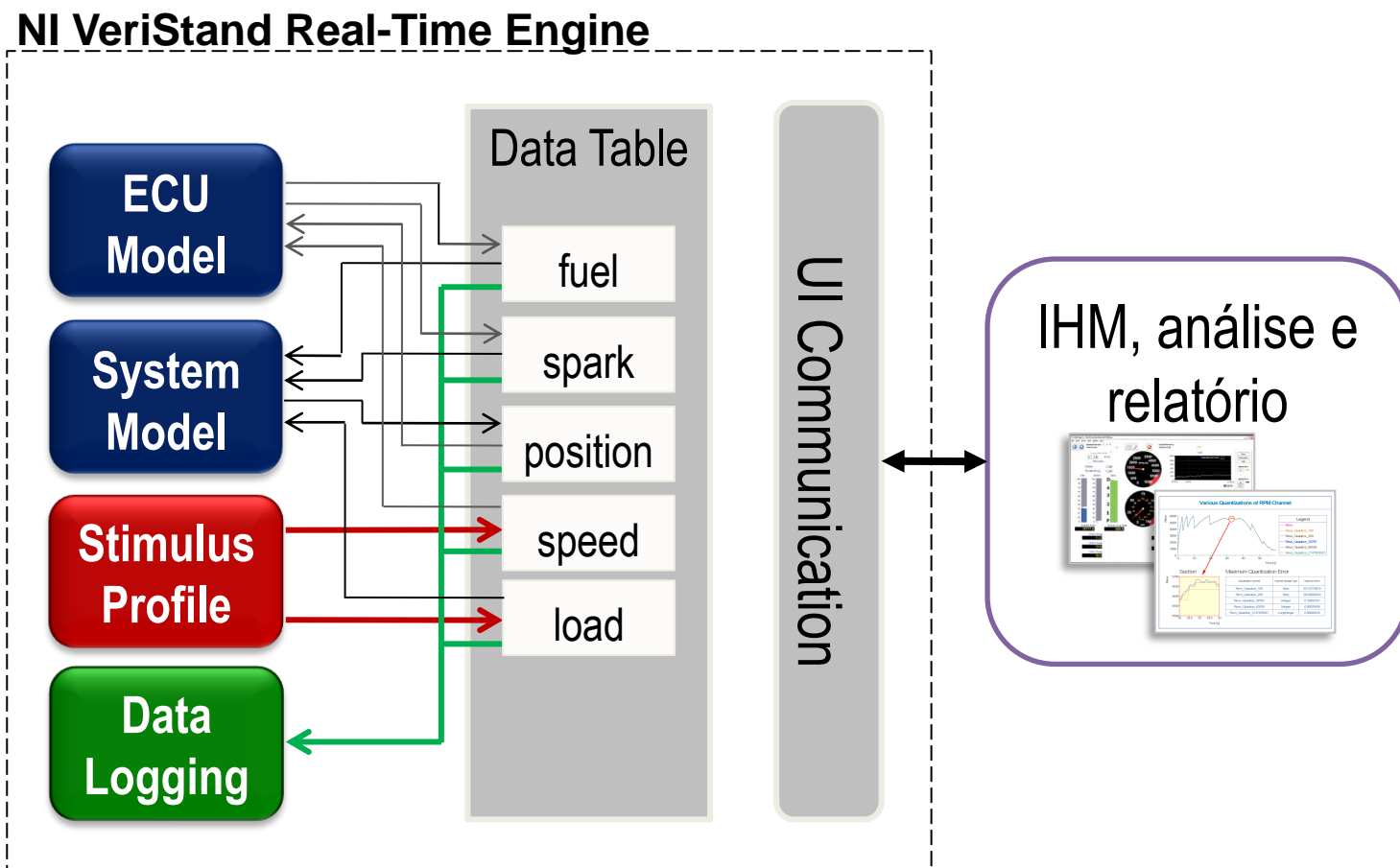
# Adicionando um modelo de controlador



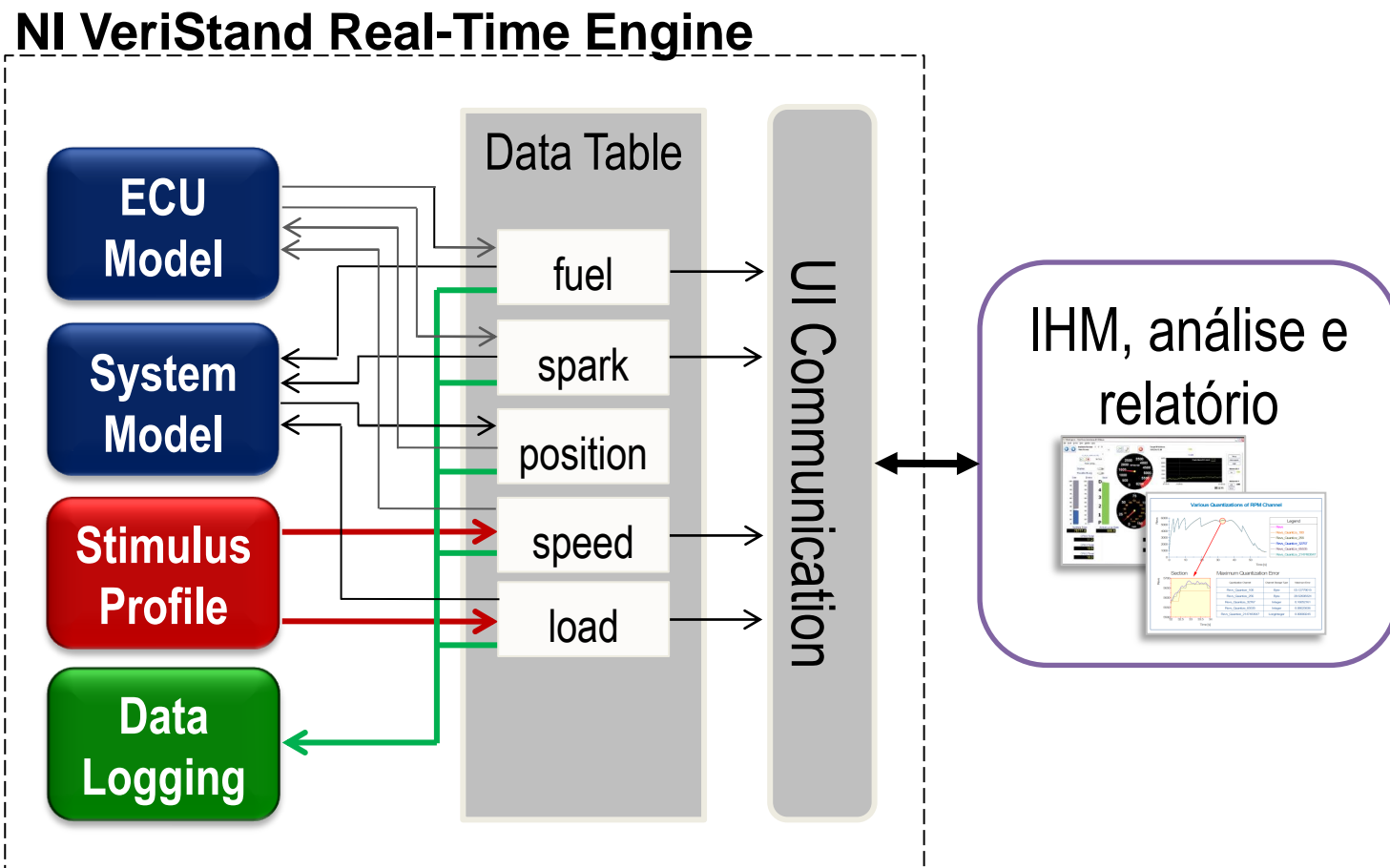
# Configurando perfis de estímulo



# Configurando gravação de dados

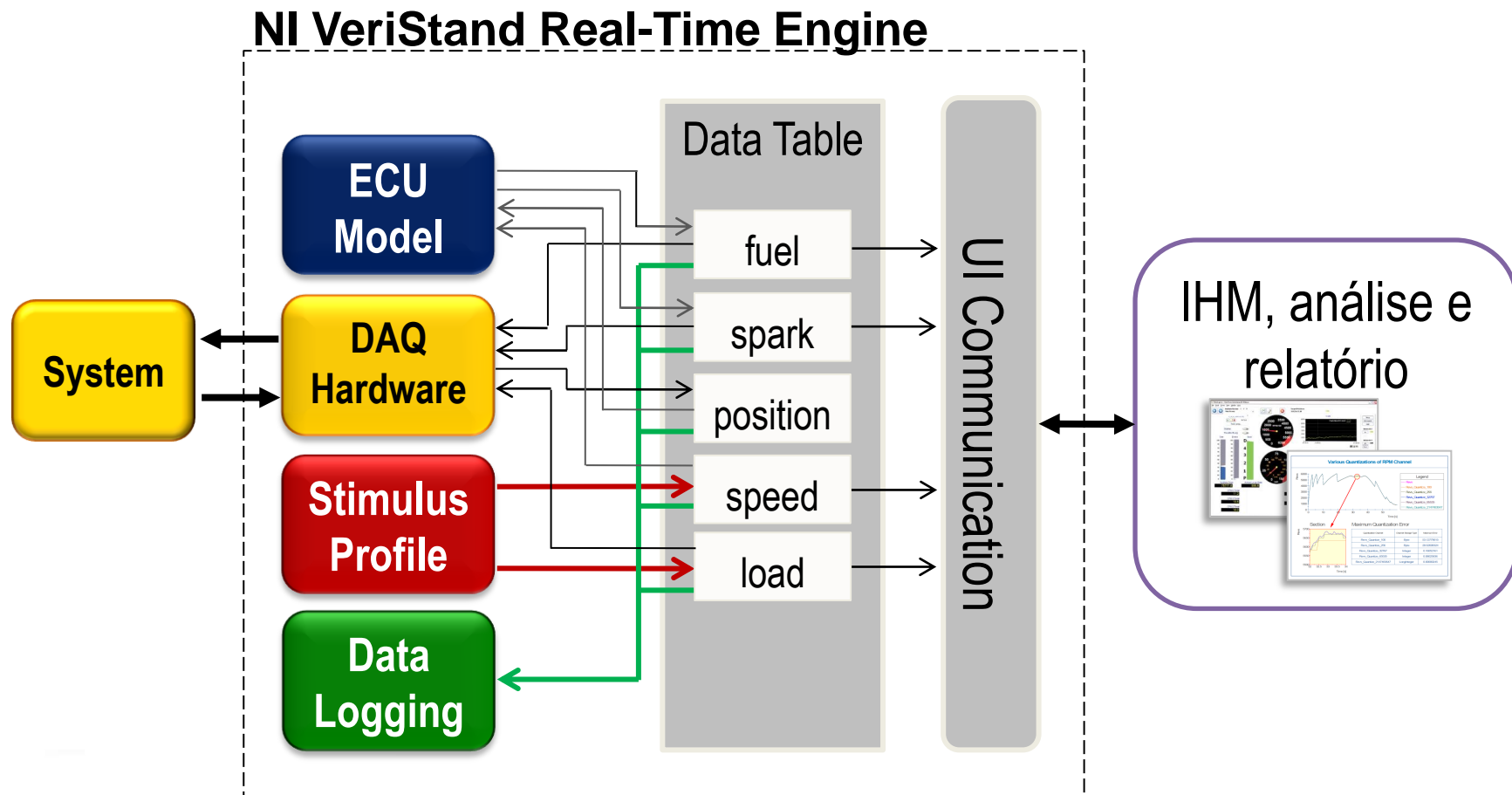


# Selecionando canais para IHM

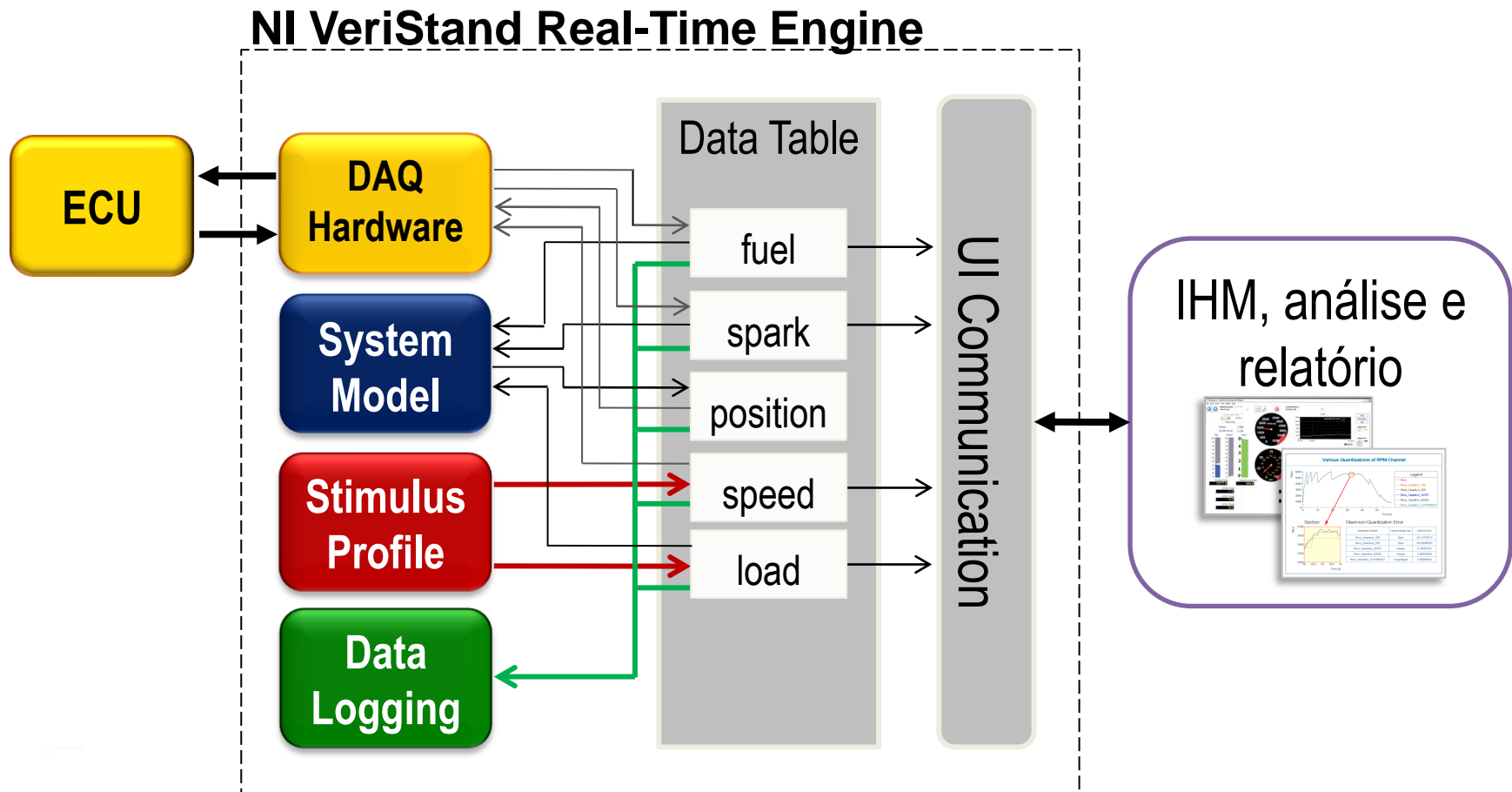




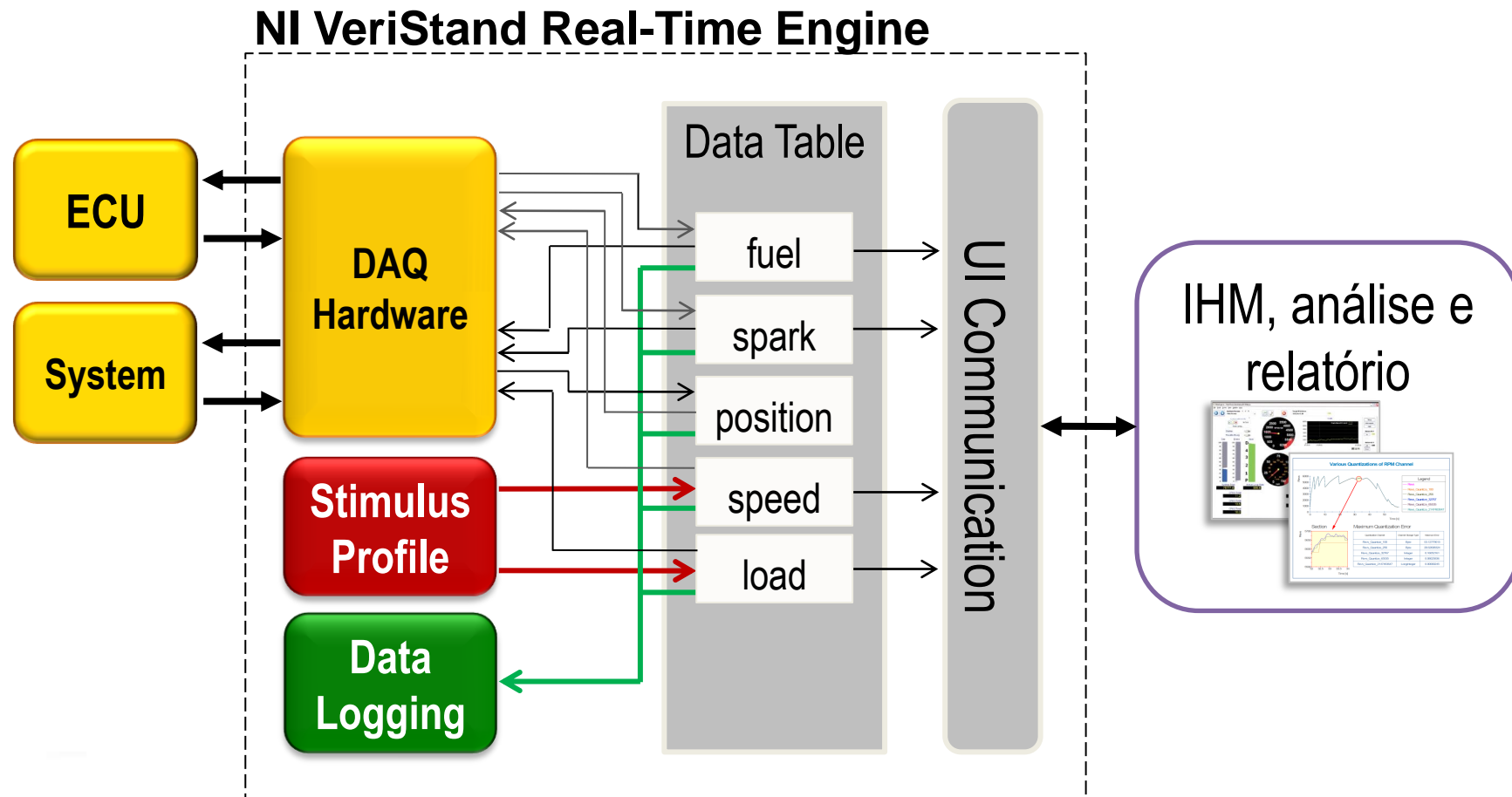
# Conexão direta com o protótipo



# HIL – Trocando a ECU simulada pela ECU real



# Célula de teste – Teste em campo




# Como ser competitivo num mercado em rápida evolução

“Para manter a qualidade e os custos sob controle mesmo em condições de evolução de produtos e num mercado complexo, **times de engenharia precisam entender os componentes de HW e SW de um sistema de teste como DNA que deve persistir através de todo o processo de desenvolvimento**, da definição de requisitos ao sistema de teste na linha de produção.

## Automated Test Outlook 2010

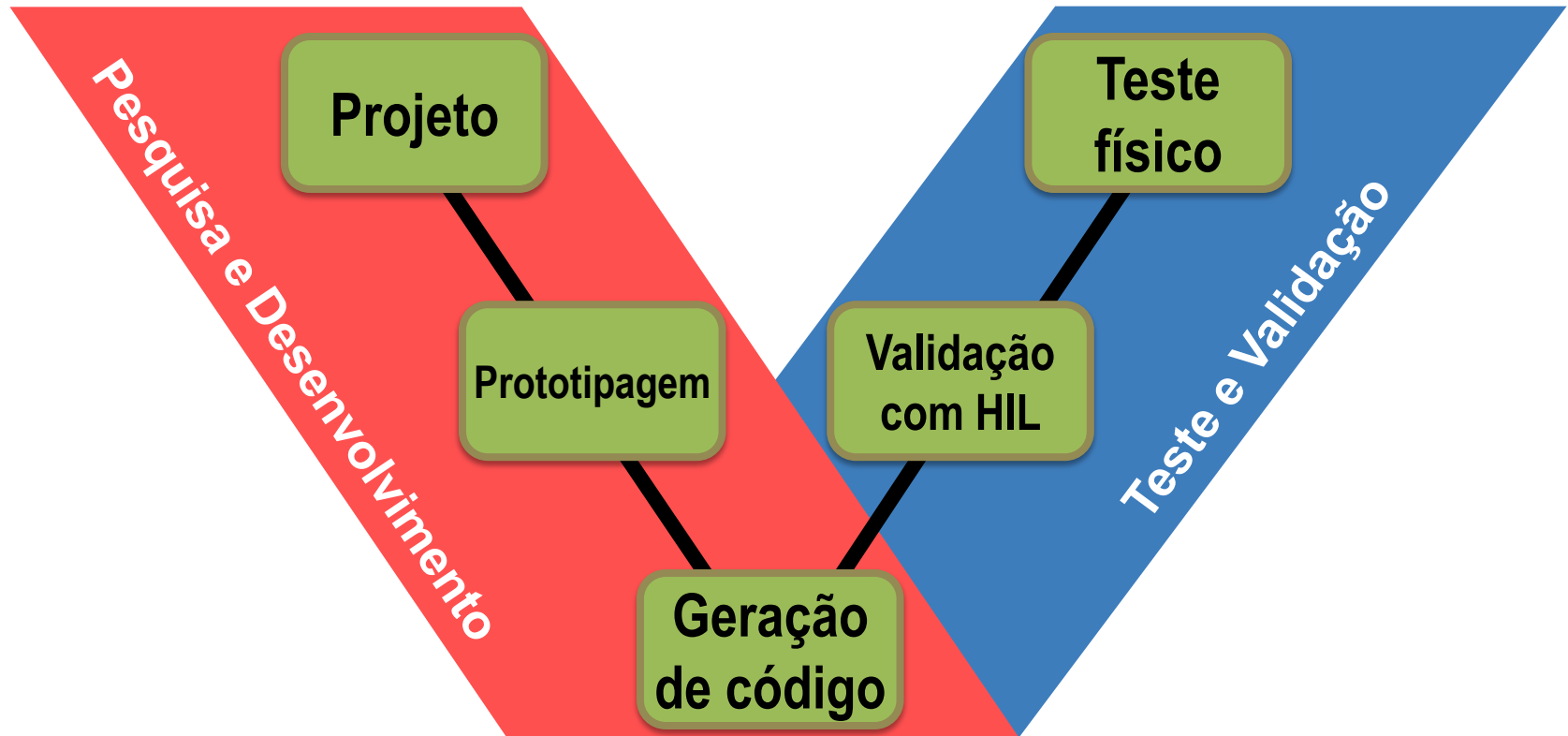
A Comprehensive View of Key Technologies and Methodologies Impacting the Test and Measurement Industry

- 
- 1 Standardization
  - 2 Multichannel RF Test
  - 3 Peer-to-Peer Computing
  - 4 Embedded Design and Test
  - 5 Reconfigurable Instrumentation

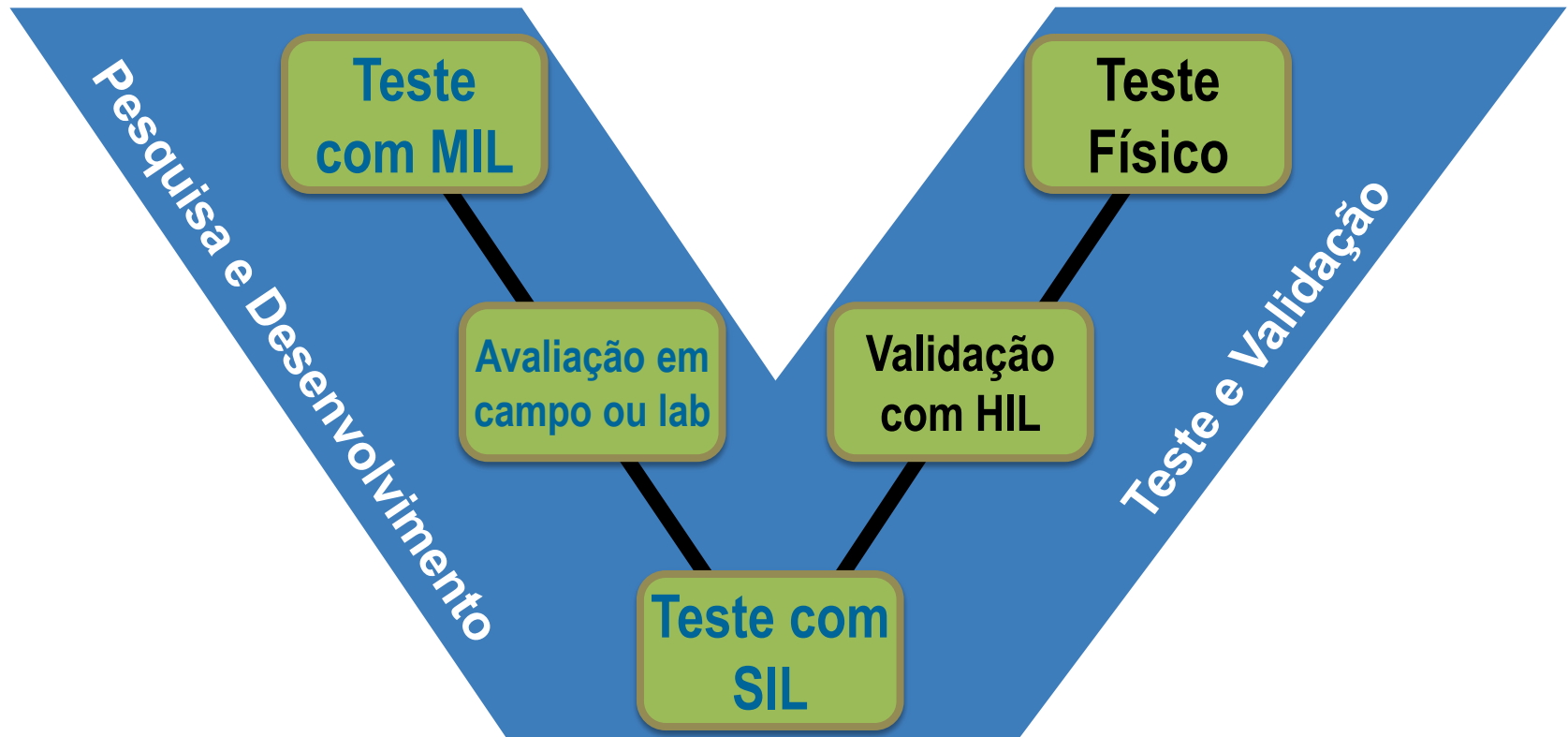


[www.ni.com/ato](http://www.ni.com/ato)

# Visão tradicional do processo de desenvolvimento



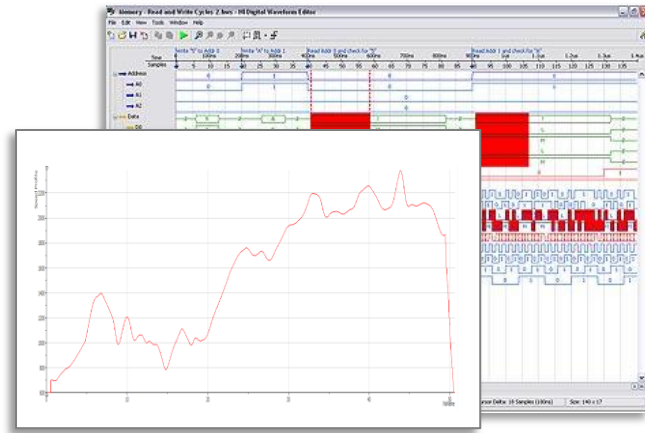
# Testando ao longo do processo



# Componentes de teste



IHM



Estímulos

**3.3 Constraints**  
Engine, controller and application models should be in closed loop. The loop should be verified by the test system.  
The engine speed should be 1000 RPM before the test begins.

**3.4 Specific Test Requirements**  
This section describes the specific requirements in detail. The test system shall be developed to meet these requirements and tested to verify that the system satisfies the requirements.

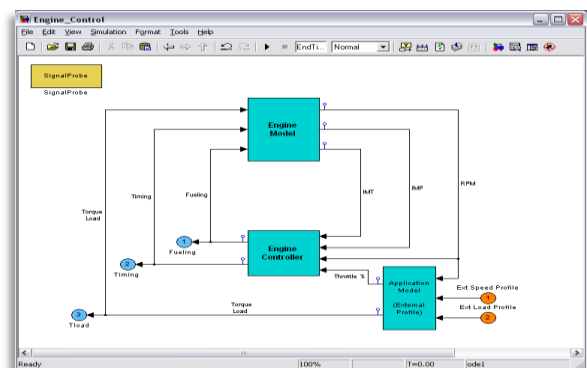
**3.1 Speed Profile**  
[REQ\\_372100\\_SpeedProfile](#)  
Defines the engine speed and application model speed map with the FPP100 speed profile.

**3.2 Environmental Conditions**  
**3.2.1 Coastal Summer-Engine Speed Test**  
[REQ\\_372100\\_CoastalSummer](#)  
Validates the engine model parameters in coastal summer conditions.  
Ambient Temperature = 40 deg  
Ambient Pressure = 1.02 bar

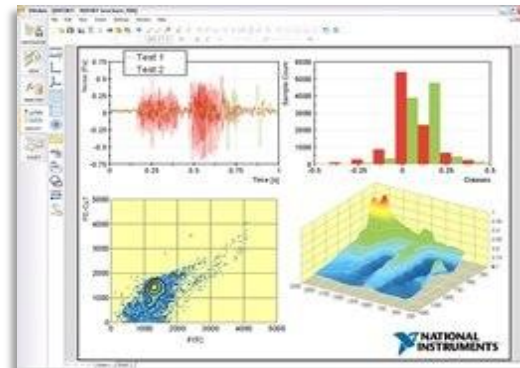
**3.2.2 Mountain Winter-Engine Speed Test**  
[REQ\\_372100\\_MountainWinter](#)  
Validates the engine model parameters in mountain winter conditions.  
Ambient Temperature = 20 deg  
Ambient Pressure = 1.02 bar

**3.3 Analysis**  
[REQ\\_372100\\_Analysis](#)  
Defines the test system response at engine speed. The analysis test results to show a number of responses. (Refer to the test system for more details.)

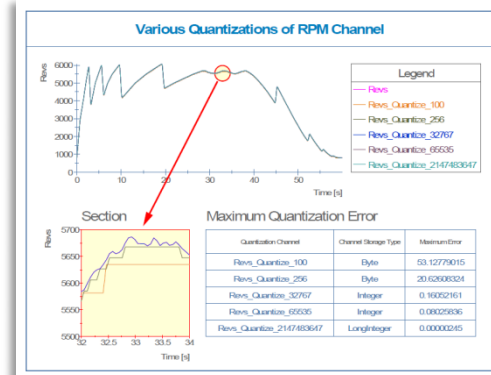
Requisitos



Modelos



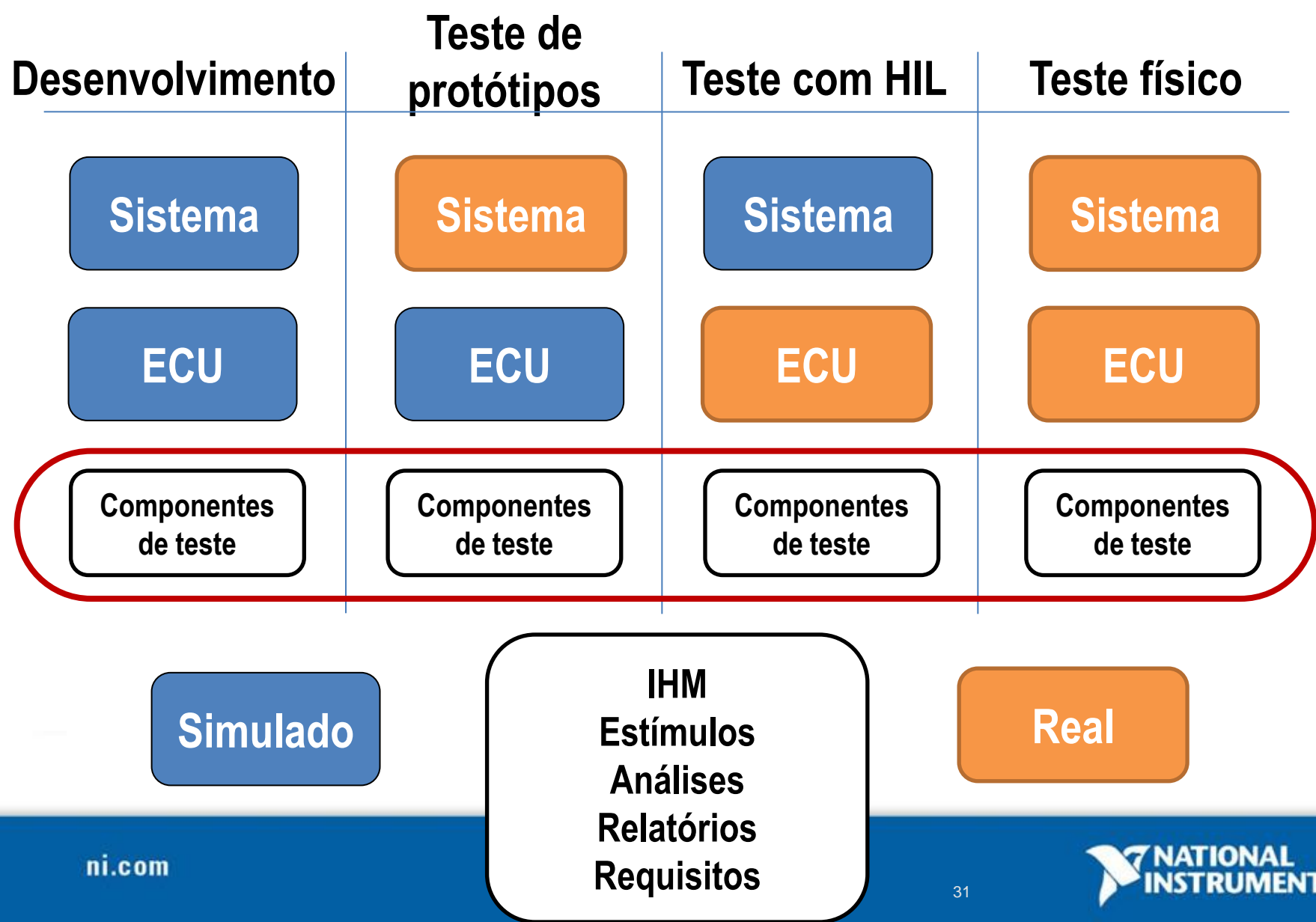
Análise



Relatório

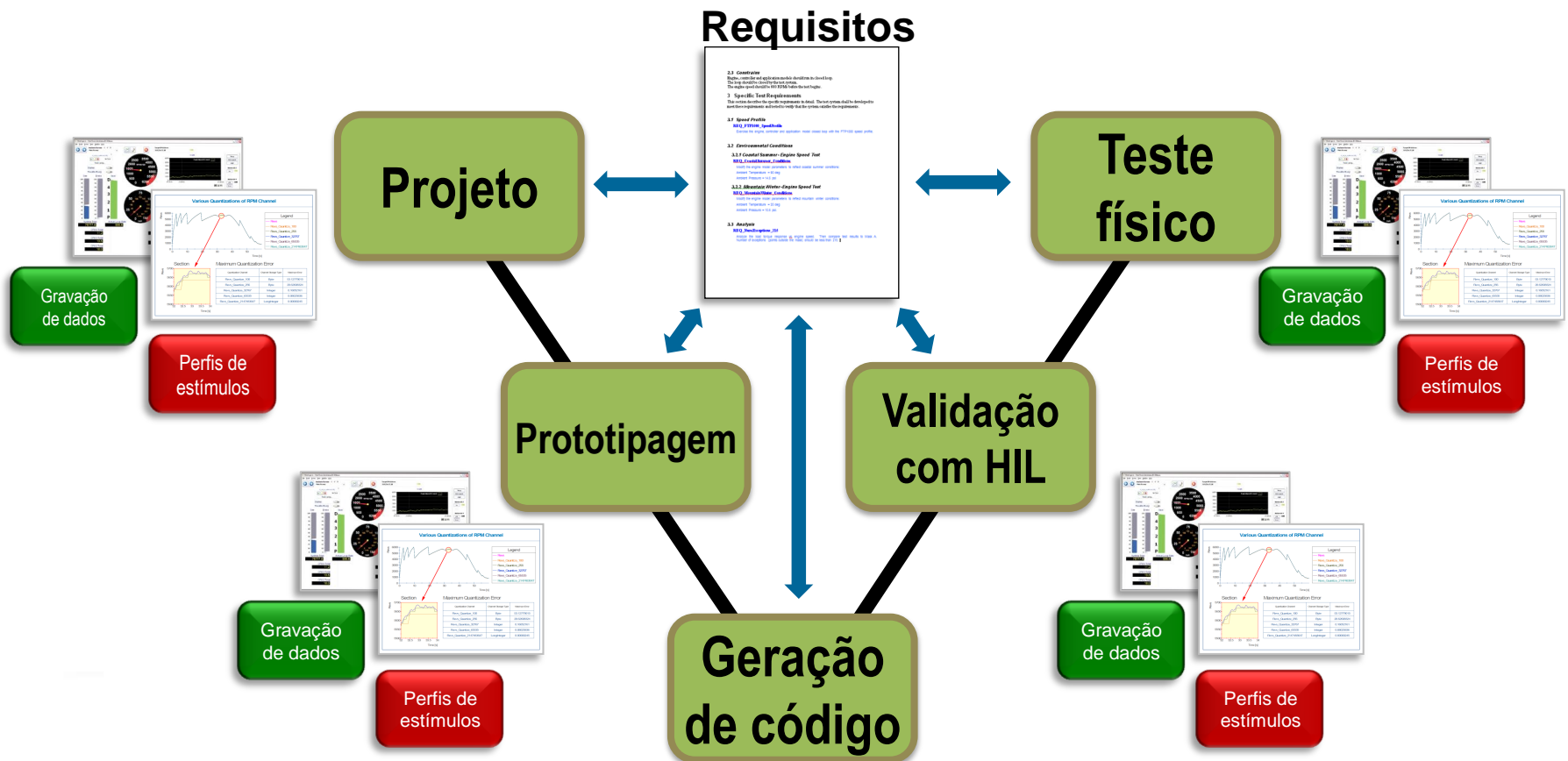


# Continuidade nos testes através de reuso



# Consistência e eficiência ao longo do processo

Componentes de teste automaticamente reusáveis ao longo de todas as fases do teste



# Benefícios do reuso de componentes de teste

- Reuso **prove forte correlação de procedimentos de teste e resultados** ao longo de todas as fases de desenvolvimento
- A continuidade dos componentes de teste **reduz o desenvolvimento** de aplicações de teste e os custos de **manutenção**
- Componentes de teste e IHMs comuns criam uma **eficiência operacional** ao longo do processo

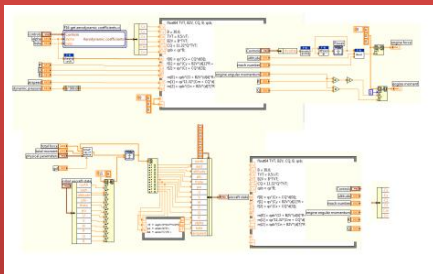
# Saindo de um sistema totalmente simulado

Cockpit Virtual

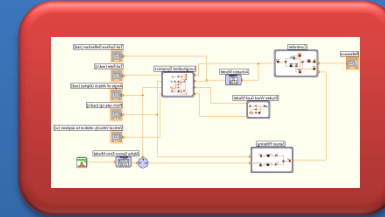
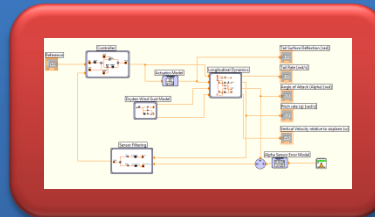
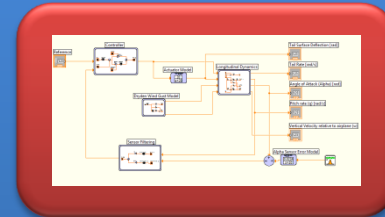
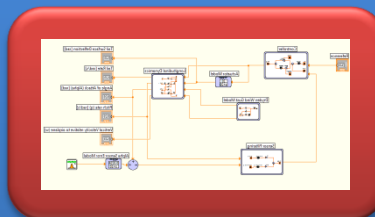


Barramentos de comunicação

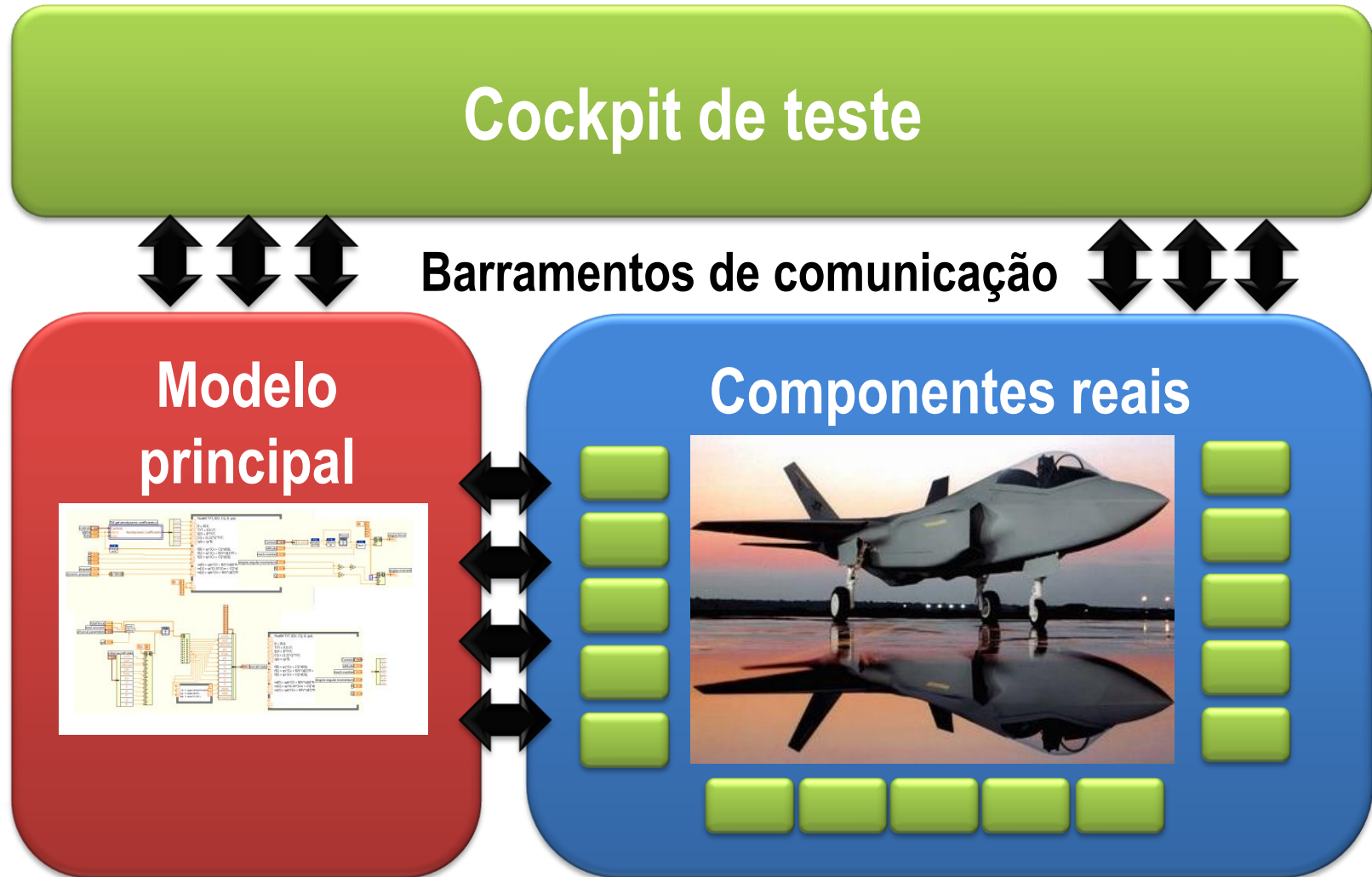
Simulação principal



Simulação de subsistemas



# Avião de caça



# Razões para escolher a NI

- E/S baseadas em **FPGA** facilmente integradas
- Líderes em tecnologia **multicore**
- Plataformas de hardware e software **abertas**
- Maior variedade, valor agregado e oferta de equipamentos **COTS**  
(commercial off-the-shelf)
- Presença **global** com suporte técnico, parceiros de integração (Alliance Members)
- Plataforma de teste que pode ser estendida **além de teste com HIL**

# ← EMBRAER Systems Integration Testing Lab



FADEC

APU

Flight Controls

Avionics

Landing Gear

“We selected [NI VeriStand](#) for our Legacy 500 Iron Bird because of the breadth of functionality the environment provides out of the box, which [significantly reduces our development efforts.](#)”

-M.A. Pires, Testing Device Development Coordinator, Embraer





# Agradecimentos

- ITA
- DCTA
- QUALISYS – Rolls Royce
- PAME/RJ
- COMPSIS
- EMBRAER/ELEB

