



# Automação de Ensaios (Sistema de Manobra de Trens de Pouso)

Matheus Andrade Nascimento  
Engenharia de Ensaios – Embraer - ELEB

NI Aerospace Day 2011  
National Instruments





- A **ELEB (unidade Embraer desde 07/2008)** tem foco na área aeroespacial e seus principais produtos são: trens de pouso, componentes hidráulicos e eletromecânicos, tais como atuadores, válvulas, acumuladores e pilones. A empresa domina o ciclo completo do produto, desde sua concepção e desenvolvimento, passando pela parte de testes, certificação, manufatura até o suporte pós-venda.
- O seu mercado abrange os segmentos de aviação comercial de médio porte, helicópteros, aviação executiva e aviação de defesa.



# O trem de pouso

O sistema de trem de pouso de uma aeronave possui quatro características básicas:

1. Sustentar;
2. Manobrar aeronave em solo;
3. Absorver cargas durante pouso;
4. Proporcionar meios para frenagem segura do avião.



O conjunto é composto por itens estruturais e hidráulicos onde destacamos a perna de força, amortecedor, roda, pneu, freio, hastes, caixa de travamento e atuador de retração.





# O trem de pouso - Classificação

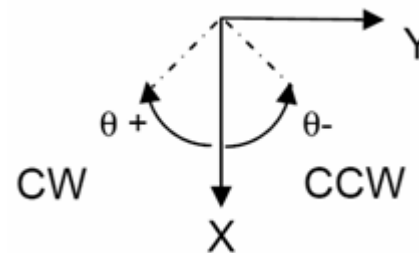
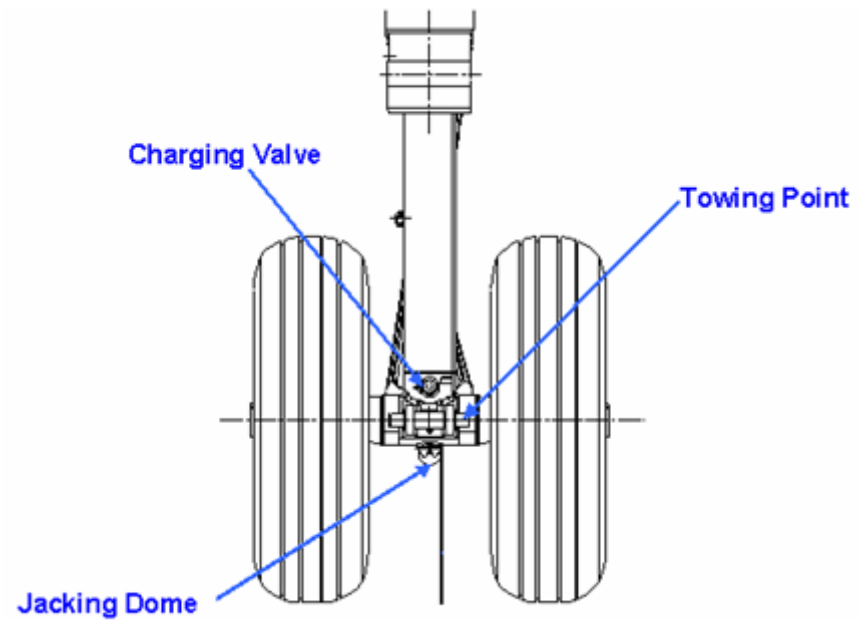
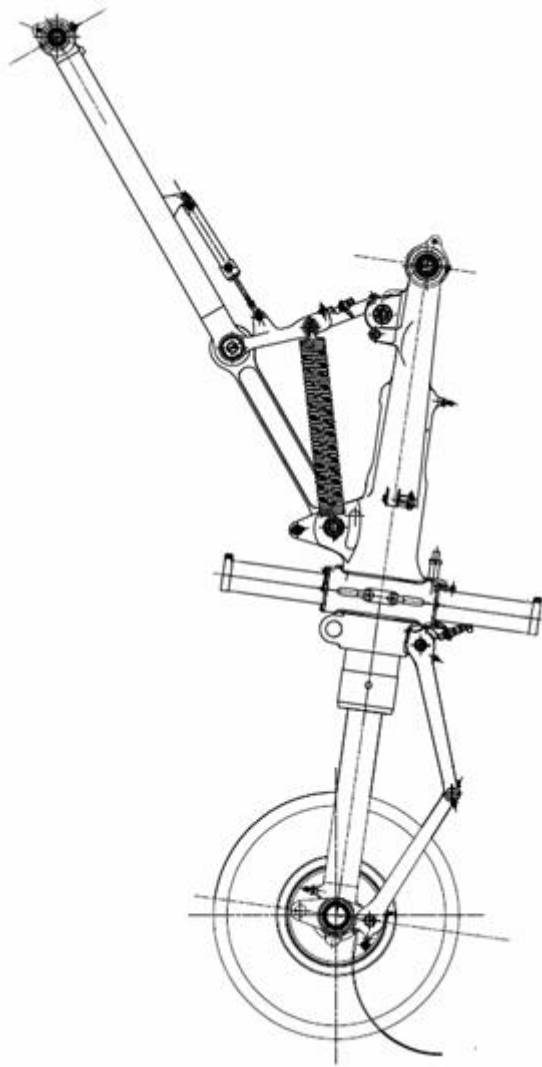
Os trens de pouso são classificados de acordo com o local de instalação na aeronave e também pelo seu tipo de construção.

1. **Pelo local de instalação:** trem de pouso principal – sustenta maiores cargas da aeronave; e trem de pouso auxiliar – geralmente dá a direção da aeronave.
2. **Por tipo de construção:** trem de pouso fixo e trem de pouso retrátil; podendo ser de configuração telescópica, balancim ou semi-balancim.





# Sistema de manobra – “Steering System”







## **Sinais:**

8 canais de temperatura  
15 canais de leitura (Ai)  
3 canais de acionamentos por RELE  
4 canais de comandos (Ao)  
12 canais digitais (D i/o)

## **Hardware**

### **NI:**

PXI 1052  
SCXI 1112  
SCXI 1520  
SCXI 1161  
PXI 6259  
PXI 6527  
PXI 6713

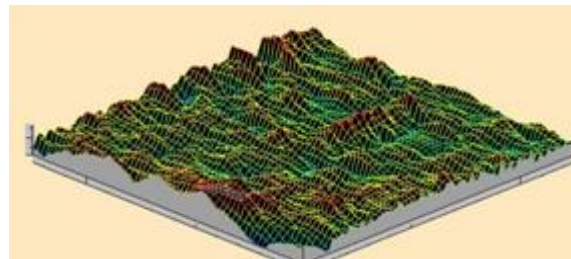
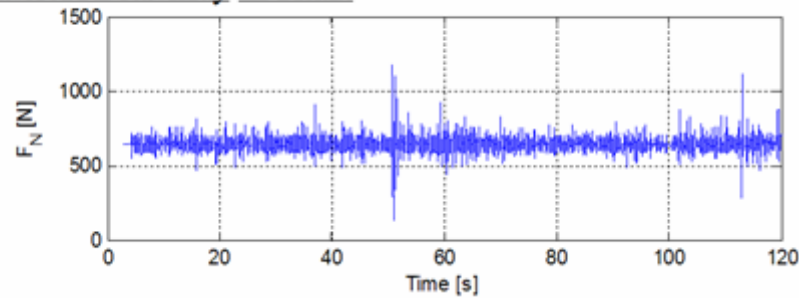
## **Sistema de aplicação de carga:**

4 atuadores  
4 células de carga  
6 canais leitura (Ai)  
2 canais comando (Ao)

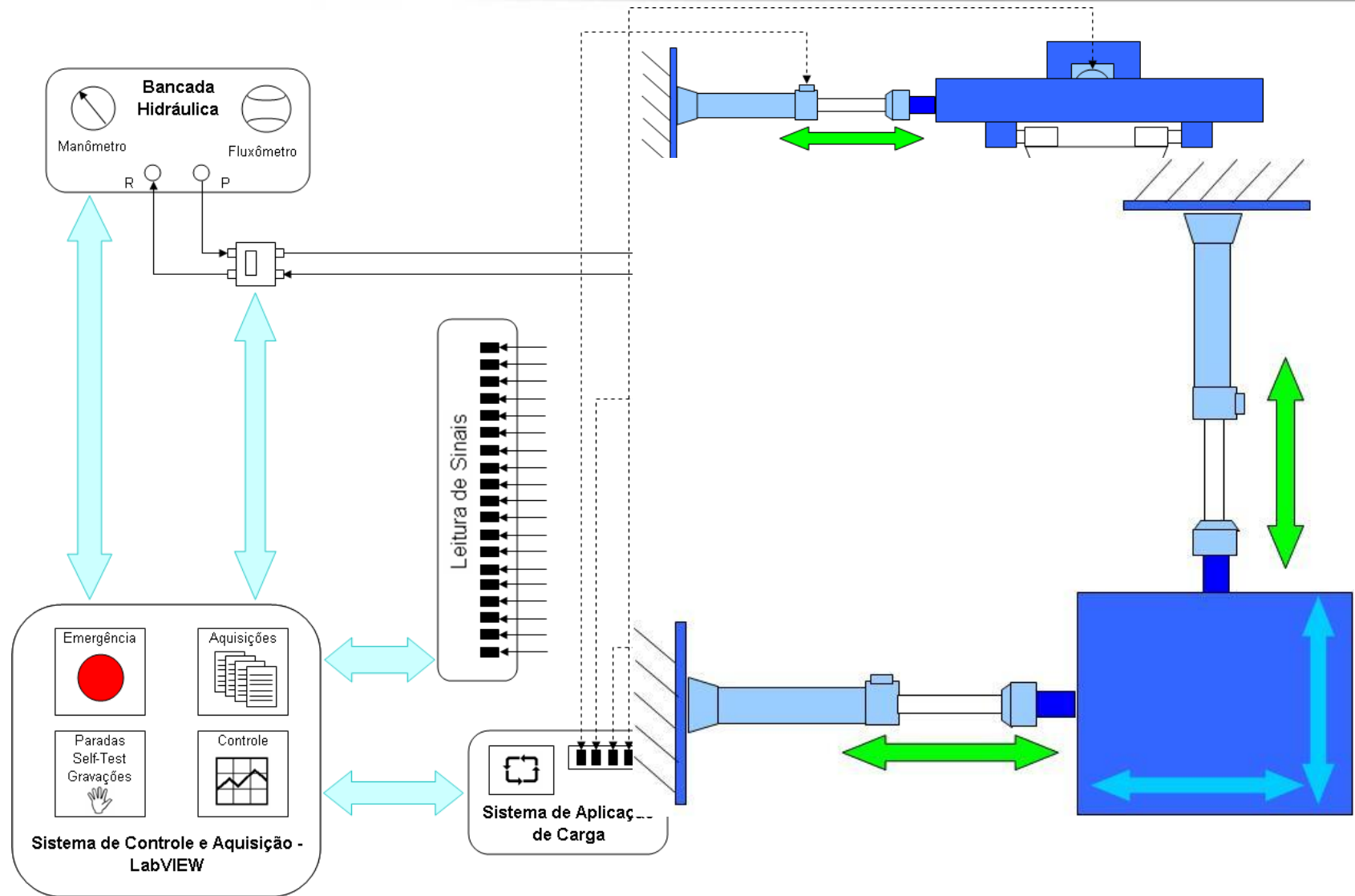


# Simulações de eventos reais

San Francisco Runway – 10m/s



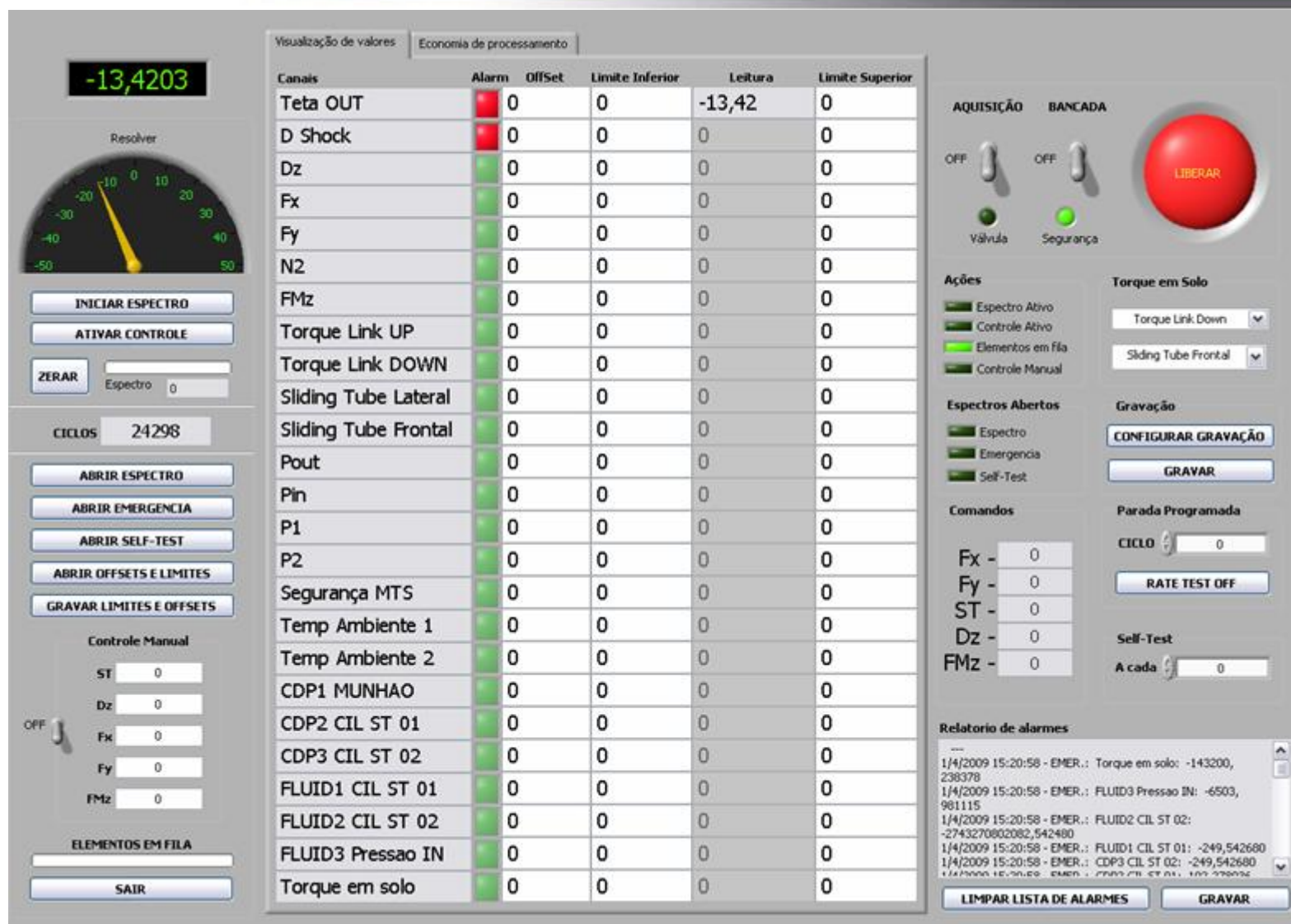






- Aplicação de cargas laterais;
- Aplicação de cargas verticais (imperfeições de solo, pouso e decolagem);
- Aplicação de carga para simulação de atrito em solo;
- Identificação de condições de emergência e aplicação de espectro para estado de repouso automático;
- Self-test;
- Log de Alarmes;
- Aquisições e paradas automáticas.





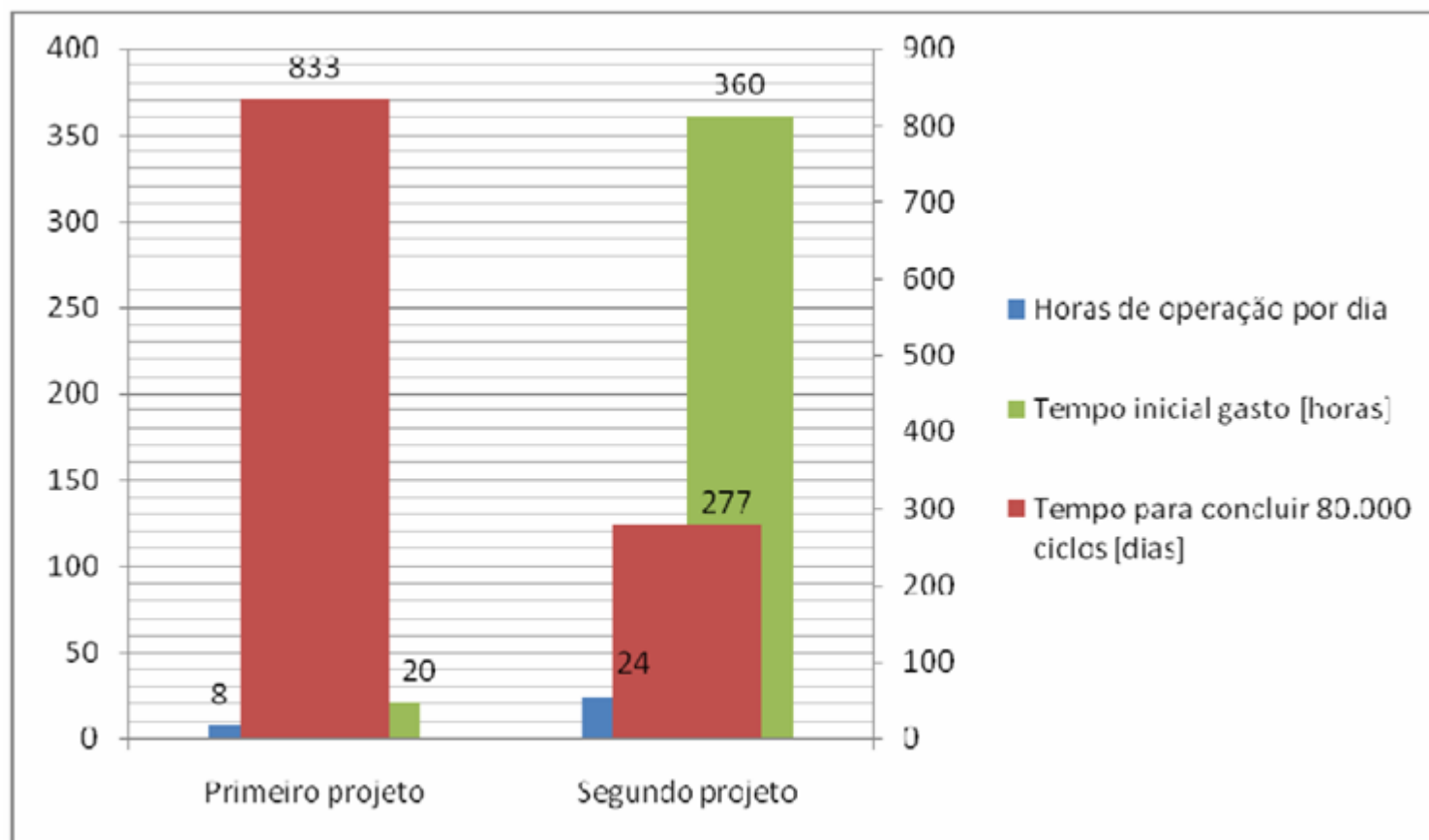


- Endurance Steering Valve Test
- Endurance NLG Test
- Steering Rate Test
- Self Centering Test
- Free Castor Range Test
- High and Low Temperature Endurance Test



- No primeiro projeto (semi-automatizado), o sistema operava 8 horas por dia, somente em dias úteis.
- **Problema:** durante a campanha de ensaios, surgiu a grande necessidade de acelerar o ensaio de “Endurance Steering” para que o primeiro avião da frota não alcançasse os ciclos já ensaiados pelo sistema. Dessa forma, o teste deveria se tornar independente e capaz de operar 24 horas por dia, 7 dias na semana.
- **Custos:** O gasto em HH para desenvolvimento de SW e montagem de todo o sistema, totalizaram 20 dias úteis de 8 horas em 2 pessoas. Resultando em  $160 \times 2 = 320$  horas. (Sem custos de HW)
- Se levarmos em conta 80.000 ciclos e sabendo que o ensaio executa cada ciclo em torno de 5 minutos. Concluimos:







# Perguntas?

