

## Tecnologias para o sistema Elétrico do Futuro: Smart Grid

**Marco Amorim**

**Gerente de Negócios para o segmento de Energia  
National Instruments**



NATIONAL ACADEMY OF ENGINEERING  
OF THE NATIONAL ACADEMIES

Greatest Engineering Achievements  
OF THE 20<sup>TH</sup> CENTURY

# ***#1 – Geração, Transmissão e Distribuição de Eletricidade***

# Complexidade e Convergência

- **Complexidade**

- O grau exigido por um sistema ou componente ser projetado ou implementado e sua dificuldade para ser entendido e verificado

Fonte: *IEEE Standard Computer Dictionary*

- **Convergência**

- A combinação de dois ou mais diferentes tipos de tecnologias em um único dispositivo

Fonte: *Whatis.com*

# Equipamentos Portáteis e Pessoal



# Software Diminui a Complexidade

- Software pode ser facilmente modificado e rapidamente atualizado em dispositivos remotos
- Software pode eliminar a necessidade de modificações custosas de projeto e substituição de hardware

iPhone



“De repente, a interface não é mais fixa e sólida, ela é líquida e maleável. Software substitui o hardware.”

-Time Magazine sobre o iPhone da Apple

# Software Diminue a Complexidade



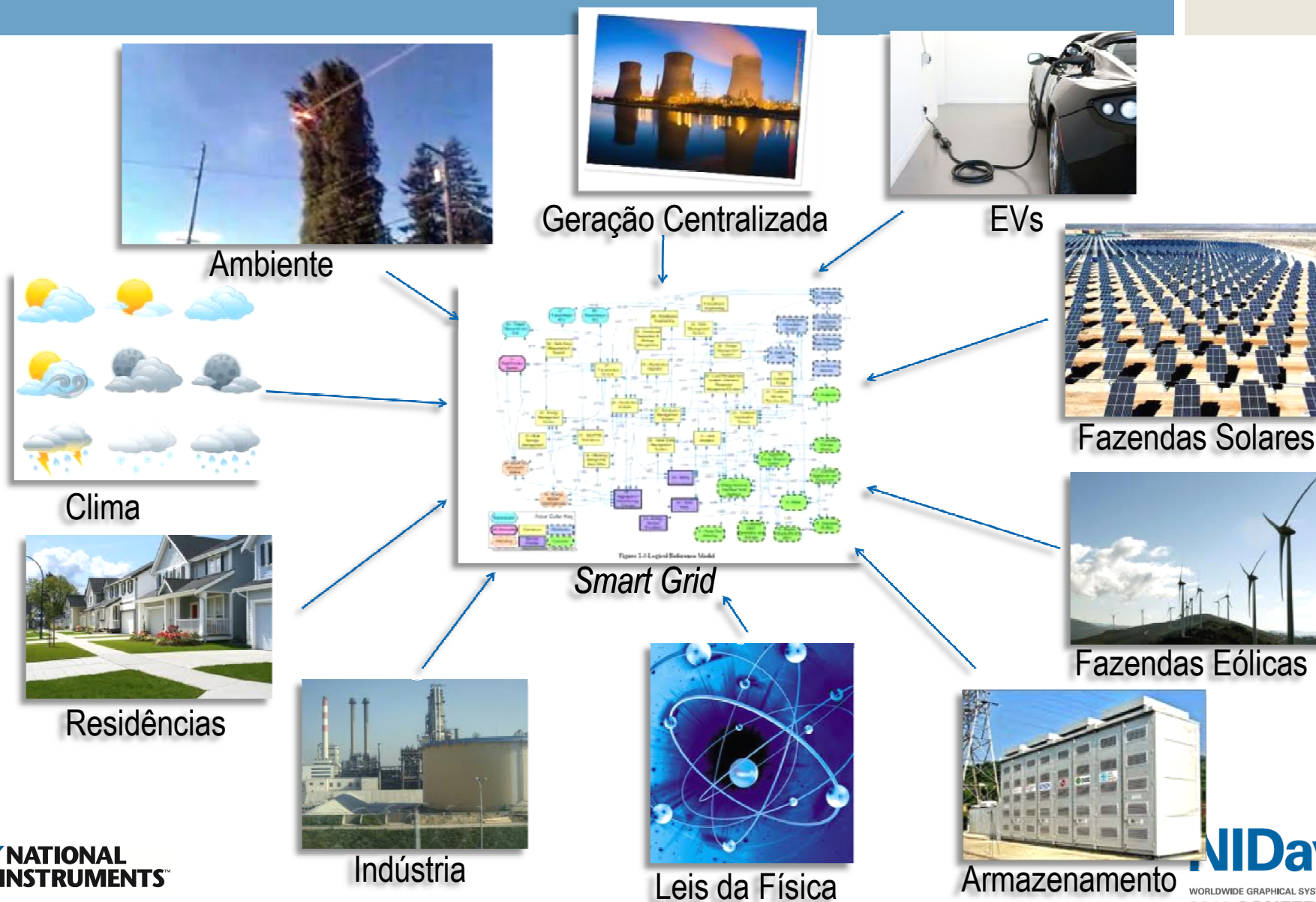
- Simplicidade
- Conveniência
- Flexibilidade
- Baixo Custo
- Habilita Funções

10,000,000,000 (400,000 APPS)

1,000,000,000



# Componentes da Rede Elétrica



# Smart Grid: Medição – Visualização – Automação



Monitoração de Transformadores



Gravador de Eventos



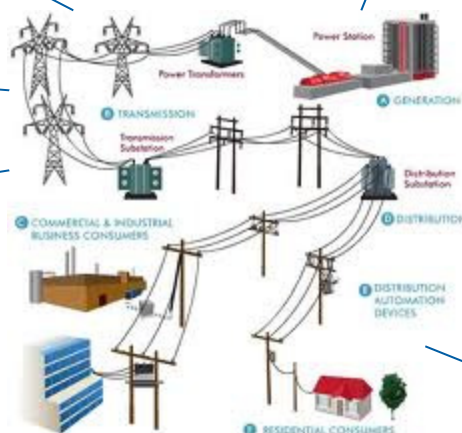
Controle de Religadores



Controle de Seccionalizadores



Medidores de Fasores



Controle de Capacitores



Automação de Subestação



Resposta de Demanda



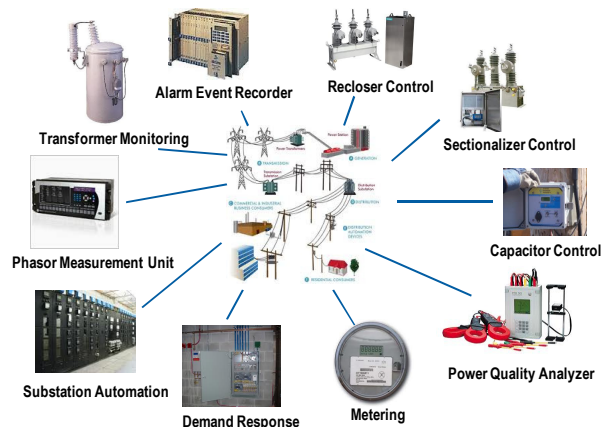
Medidores



Analizadores de Qualidade



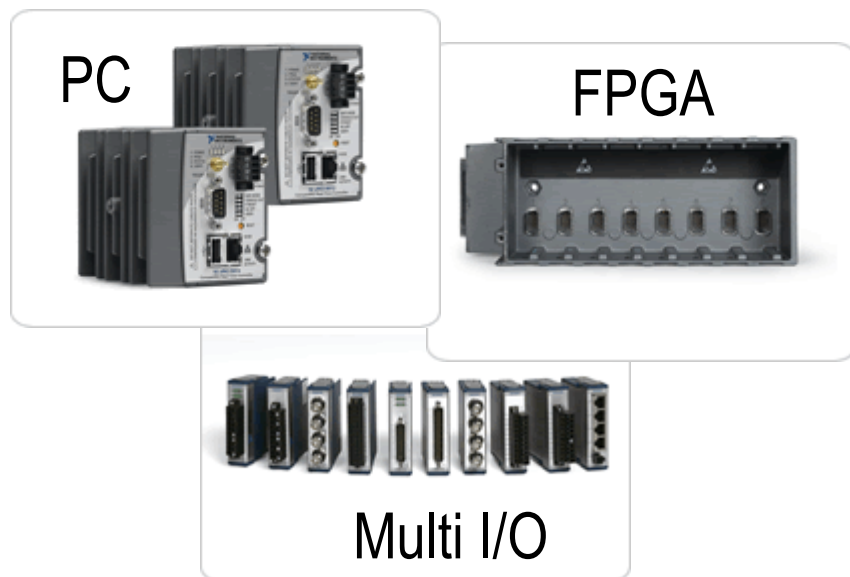
# Desafios da Rede para o Smart Grid



- 650+ tipos de controladoras
- 1.9 bilhões de medidores
- 9 bilhões de conexões
- Múltiplos Protocolos
- Múltiplos Barramentos
- Centenas de Vendedores

# Conceito da NI: SmartGrid Analyzer™

## Plataforma Comprovada



## Padrões, Aplicações e IP

### Aplicações

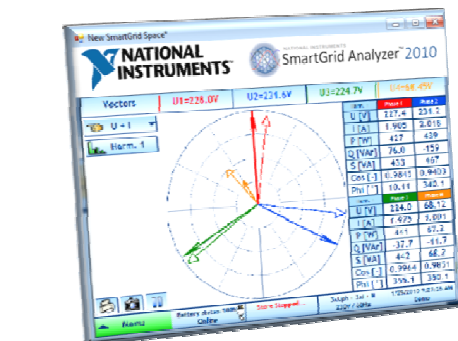
- Analizador de Qualidade Energia – IEC 61000
- Medidor de Flicker - EN 50160 / IEC 61000-5-15
- PMU – IEEE C37.118
- Analizador de Transiente– 512 S/cycle
- Registrador de Formas de Onda
- Medidor de Energia e Monitor de Fluxo de Potência
- Controle, Alarme, e gravação
- Controle de Chave Religadora
- Controle de Seccionalizador
- Monitoração de Ativo.....

### Características

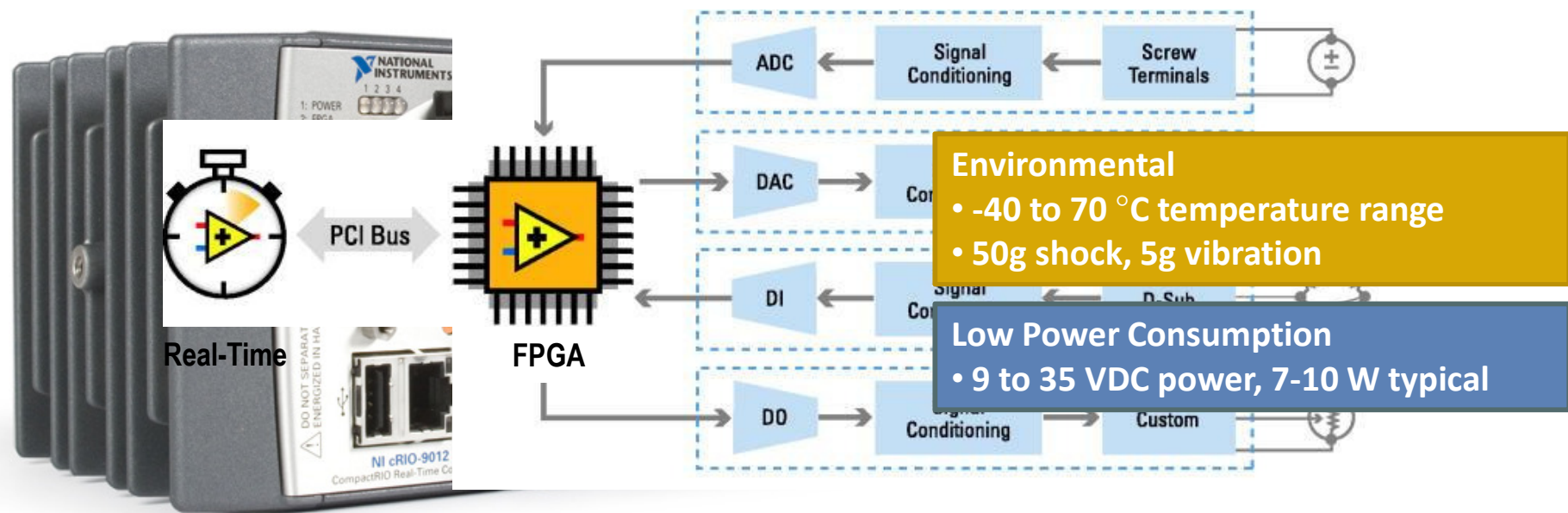
- Processador de Tempo Real Reprogramável
- Comunicação em Multi-porta & multi-protocolo
- DNP3.0, Modbus RTU
- IEC-60870, IEC-61850
- Resolução de 24 bits, 4GB de armazenamento
- GPS com 1us de resolução

## LabVIEW

Fluxo de Dados  
Máquina de estados  
Simulação  
Matemática aplicada  
Lógica de texto  
C++ API



# Plataforma NI CompactRIO FPGA



- **FPGA Reconfigurável** para controle de alta velocidade e E/S customizável
- **Modulos de E/S** com condicionador de sinais embutidos para fácil conexão a sensores e atuadores
- **Processador de Tempo Real** de alta fidelidade para medir, analisar e controlar

# Pacote de Software para Medição e Análise de Grandezas Elétricas – EPM Toolkit

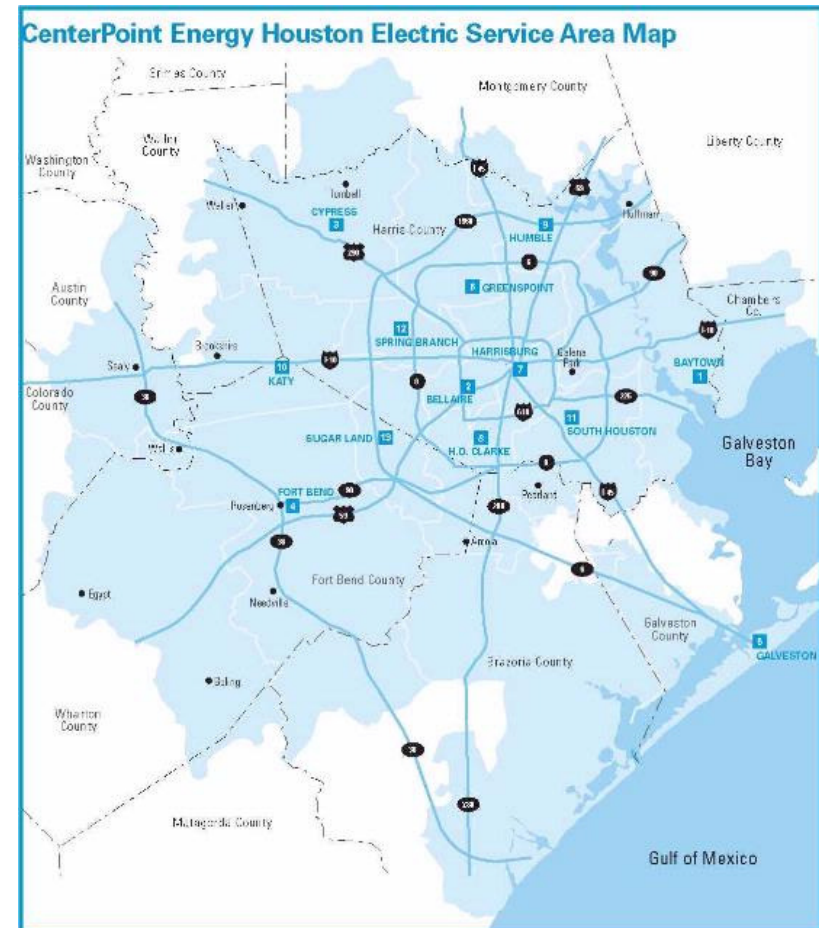
Voltage and Current	Power and Energy	Power Quality
Three Phase RMS (V and I)	Power per Phase	Voltage Sag (dip)
THD	Three Phase or Total	Voltage Swell
Harmonic (up to 64 <sup>th</sup> )	Once per sec and once per cycle	Impulsive Transient (V + I)
Interharmonics (0.5 to 63.5 <sup>th</sup> )	Power Factor	Oscillatory Transient (V + I)
Voltage Unbalance	Active Power Total	Overvoltage and undervoltage
Frequency Oscillation	Active Power Harmonic	Overcurrent
Flicker	Apparent Power Total	Phasor Imbalance
DC Portion	Apparent Power Harmonic	Three Phase Voltage Harmonic
	Reactive Power	Four Current Harmonic
	Reactive Power Harmonic	Harmonic per sec and per cycle
	Energy Active Total	Synchrophasor IEEE-C37.118
	Energy Apparent Total and +/-	
	Energy Reactive Total and L/C	

# Exemplo de Implementação de Smart Grid

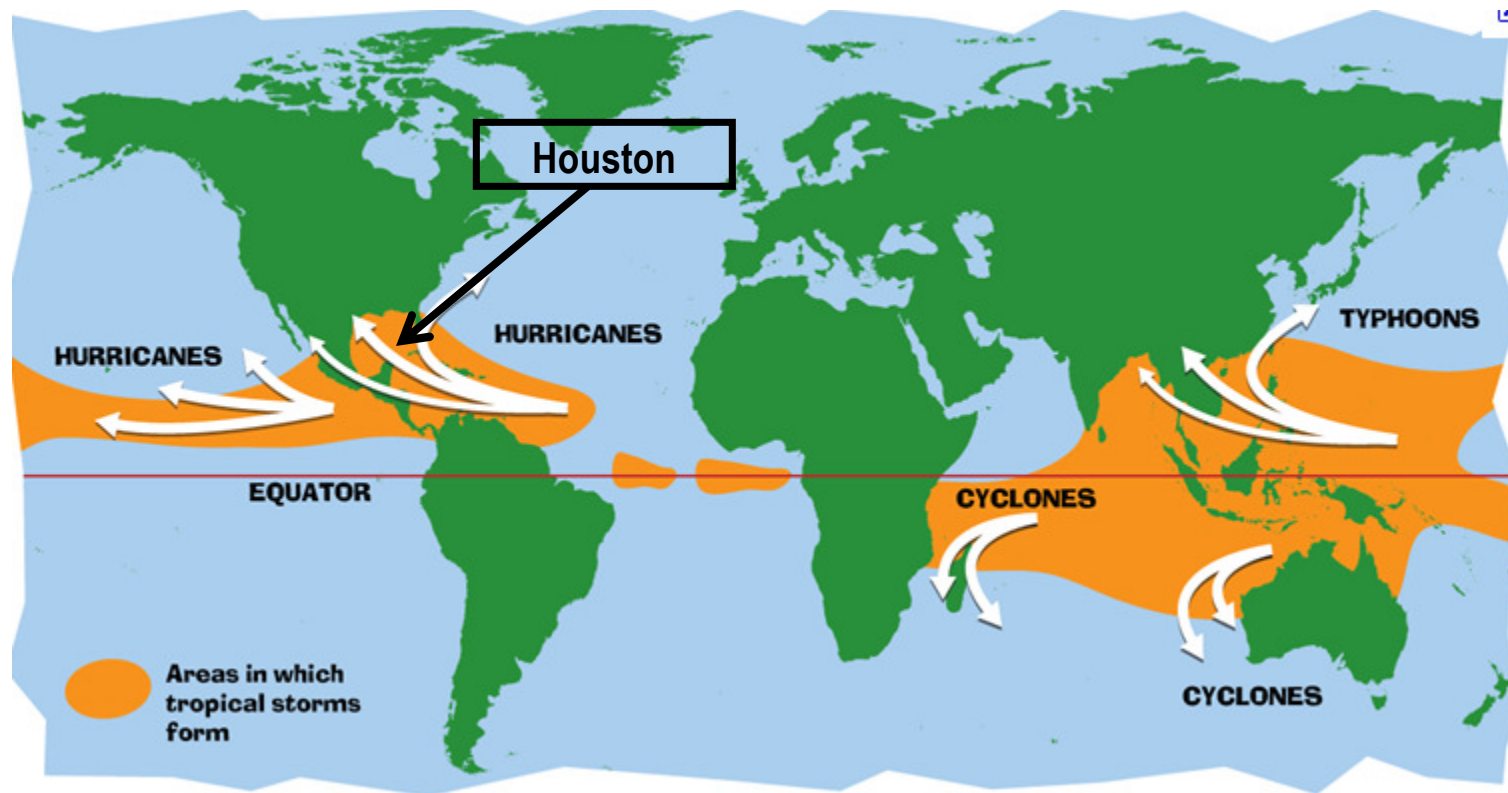


**Houston, Texas**

**4<sup>th</sup> Maior Cidade dos EUA**



# *Houston está localizado na rota dos tornados*





# Objetivos da Centerpoint Energy com Smart Grid



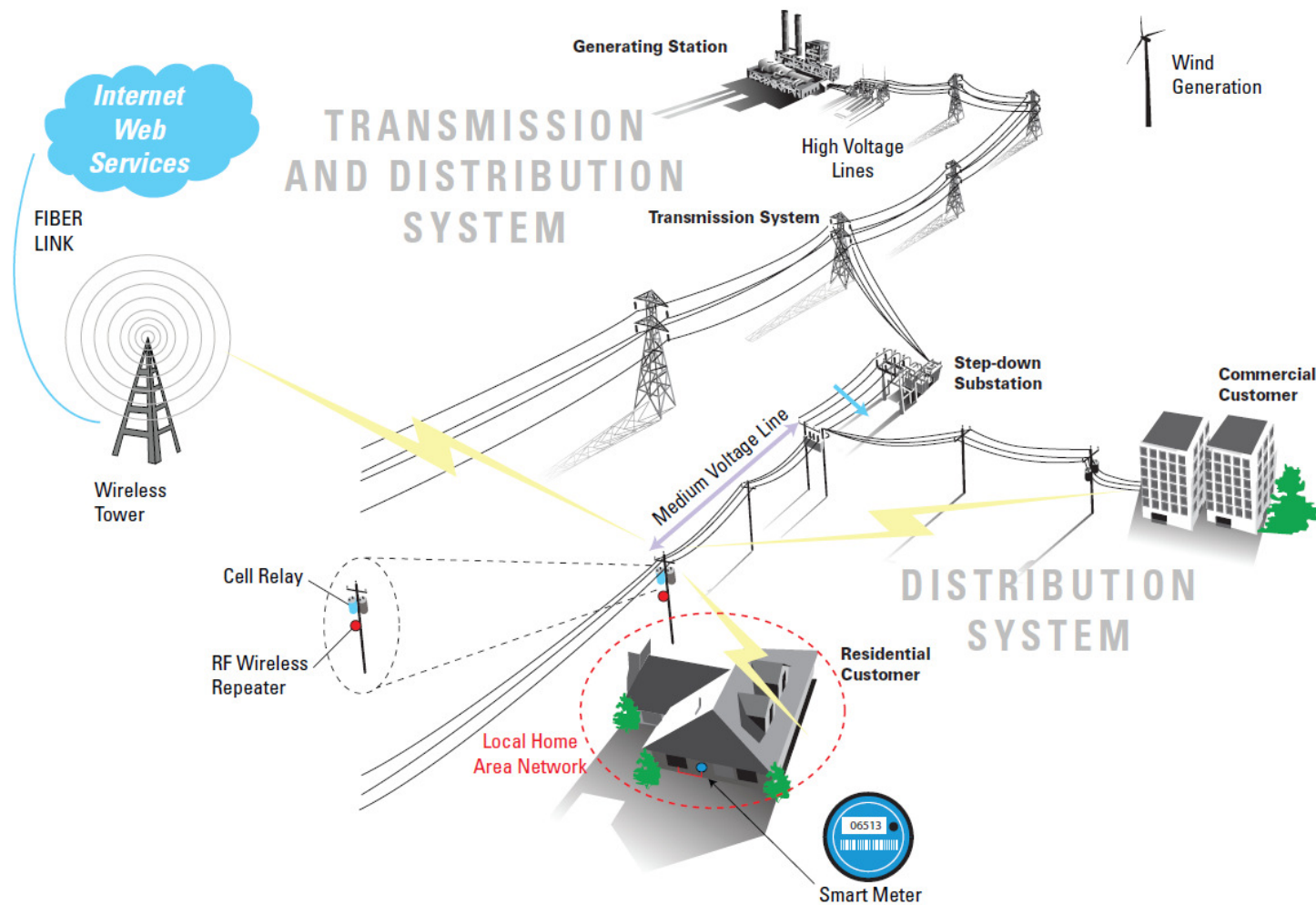
**Auto-correção**

**Confiabilidade**

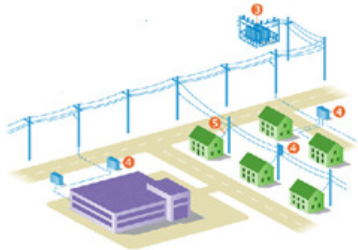
**Recuperação**

**Seguro**

# Arquitetura da Rede na Centerpoint Energy

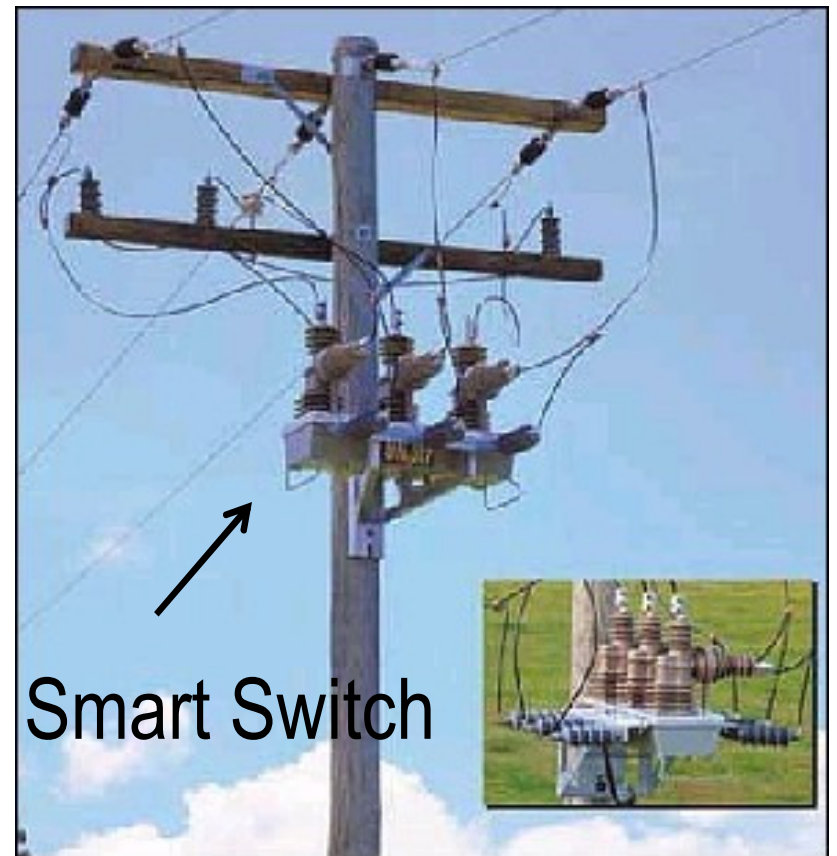


# Introdução do Smart Switch (Religadora Inteligente)

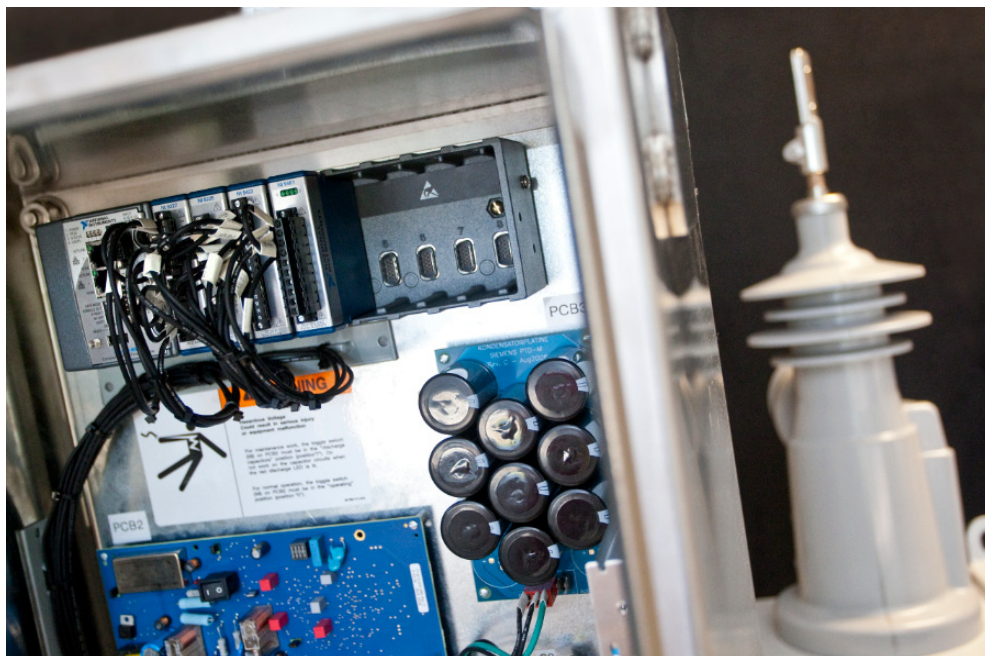


## Confiabilidade e Eficiência da Rede

- *Sensores Distribuídos*
- *Auto-correção*
- *Automação da Distribuição*
- *Localização de Falhas*
- *Predição de Falhas*



# Parceria para uma solução de Smart Switch



# SIEMENS

## NI-SGA adiciona novas funções e capacidades ao SDR da Siemens

- *Funções Analíticas + Funcionalidade de Chave Religadora*
- *Com múltiplos opcionais de upgrade futuros*



# Lockheed Martin - Microgrids

## Island Interconnected Microgrids

### Customer's Goals:

1. Supply renewable energy to the island to meet demand
2. Plug-and-play Research Test bed to Demonstrate Close to Market DER/renewable energy technology

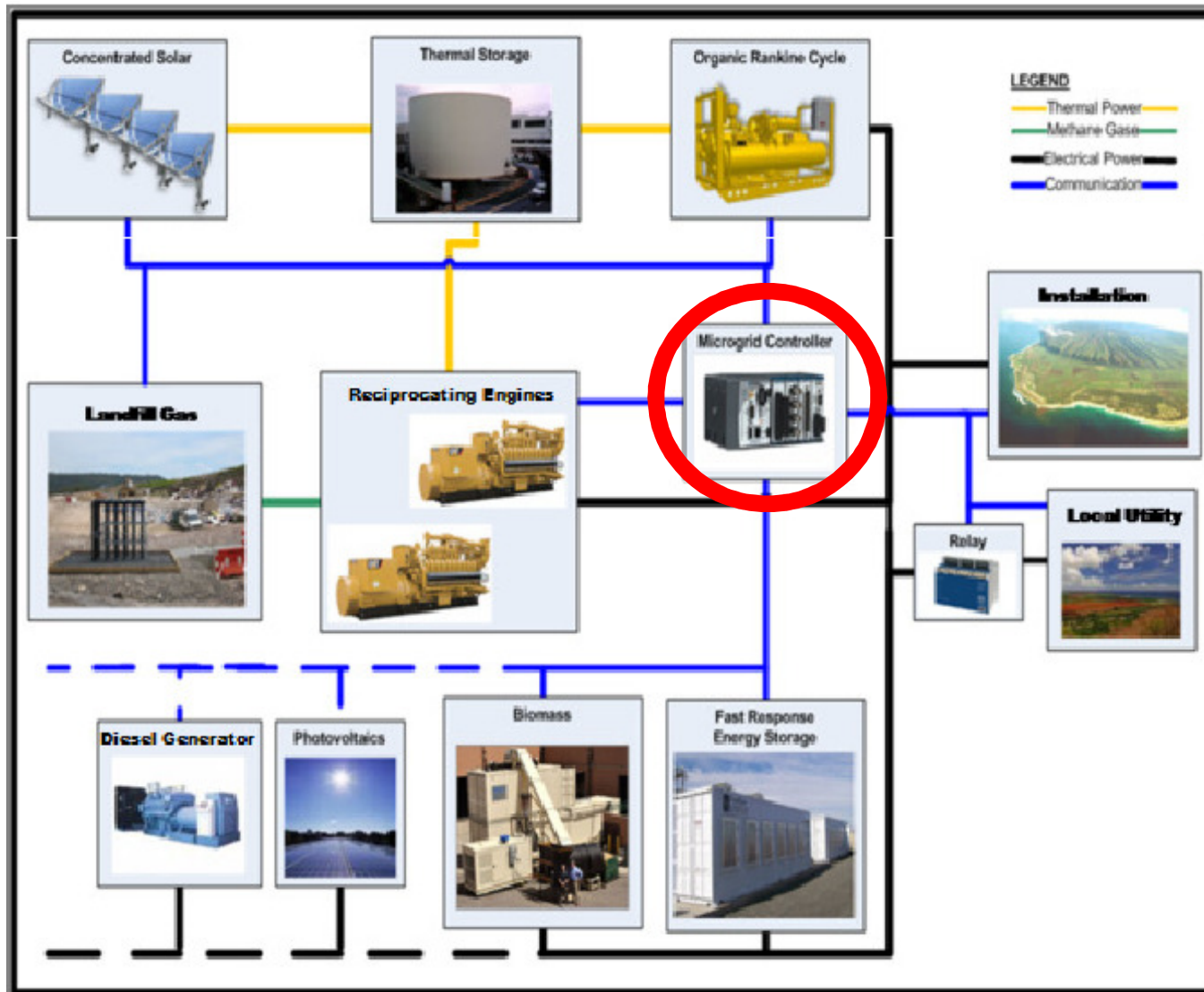


- 200kW – 1.5MW
- Microgrid Control Station
- Smart meter at each end user
- Additional interfaces for test bedding
- Interfaces for future adjacent grids
- Remote monitor/control of each source
- Sized for future growth in capacity
- Overhead and underground transmission

**Design, Build, Own, Operate, Maintain Microgrid to Provide Power to Grid Isolated Island**

Missiles and Fire Control

# Lockheed Martin – Complexidade do Microgrid





# Rede de Distribuição na Índia



# Perdas na Rede Elétrica

**As perdas nos EUA são 6.5%**  
(Diferença entre energia gerada e faturada)

**Na Índia as perdas chegam a 35%**  
(Diferença entre energia gerada e faturada)

Por que tão elevada?

# Esta é a realidade!



# Consumo não monitorado...



# Perdas não Técnicas





# Indian State - Rajasthan

## Rajasthan Utility

Rajasthan is situated in the North Western part of India

Area of 342,214 sq. km

District - 32

Population - 56 million

Total no of consumers – 6,701,017

Domestic consumers – 4,894,726

33kV lines (kms) – 31,560

Temperature varies from 5°C – 45°C

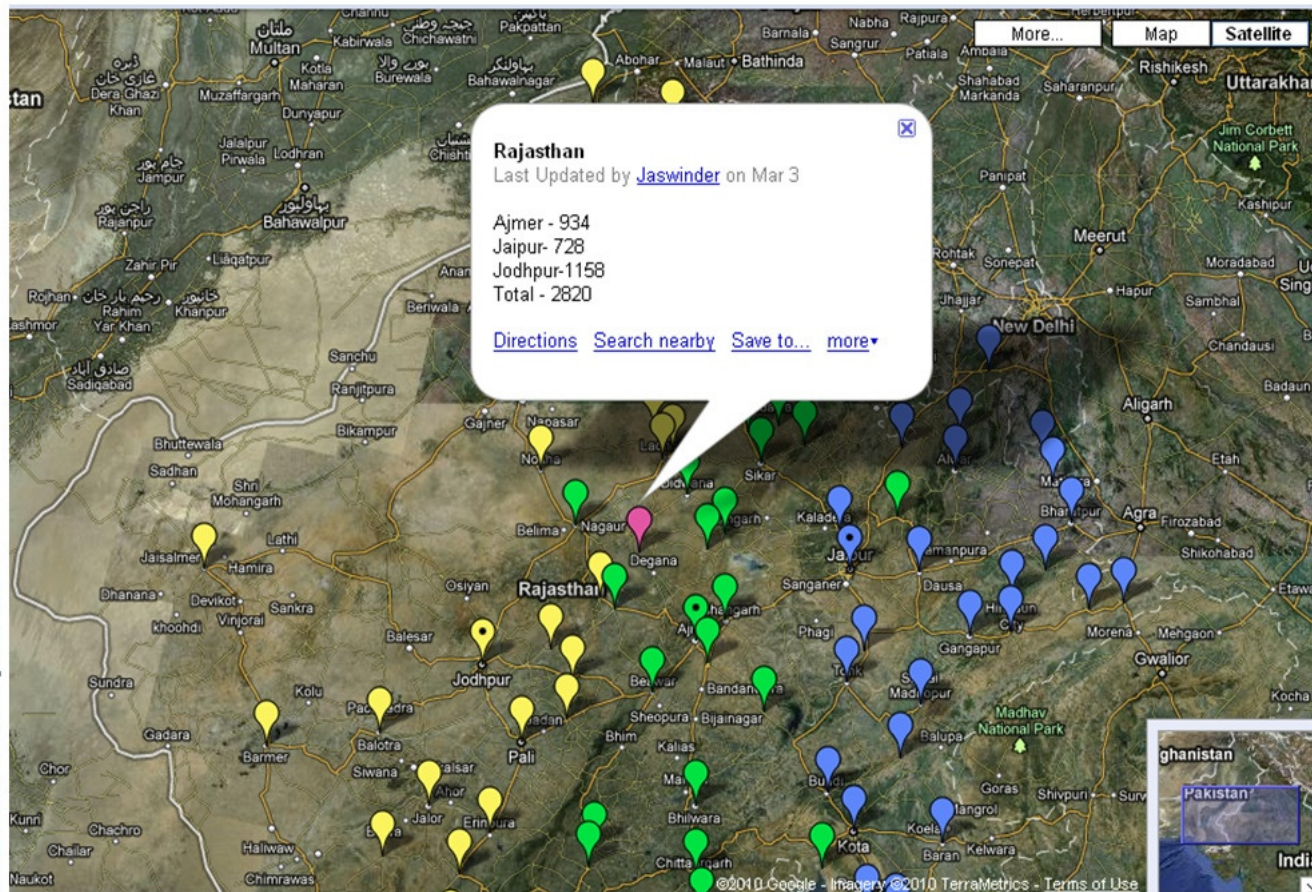


NexGEN Consultancy Pvt. Ltd  
NI Week 2010-  
Electrical Substation Monitoring & Control



# 2820 Subestações – Estado de Rajasthan

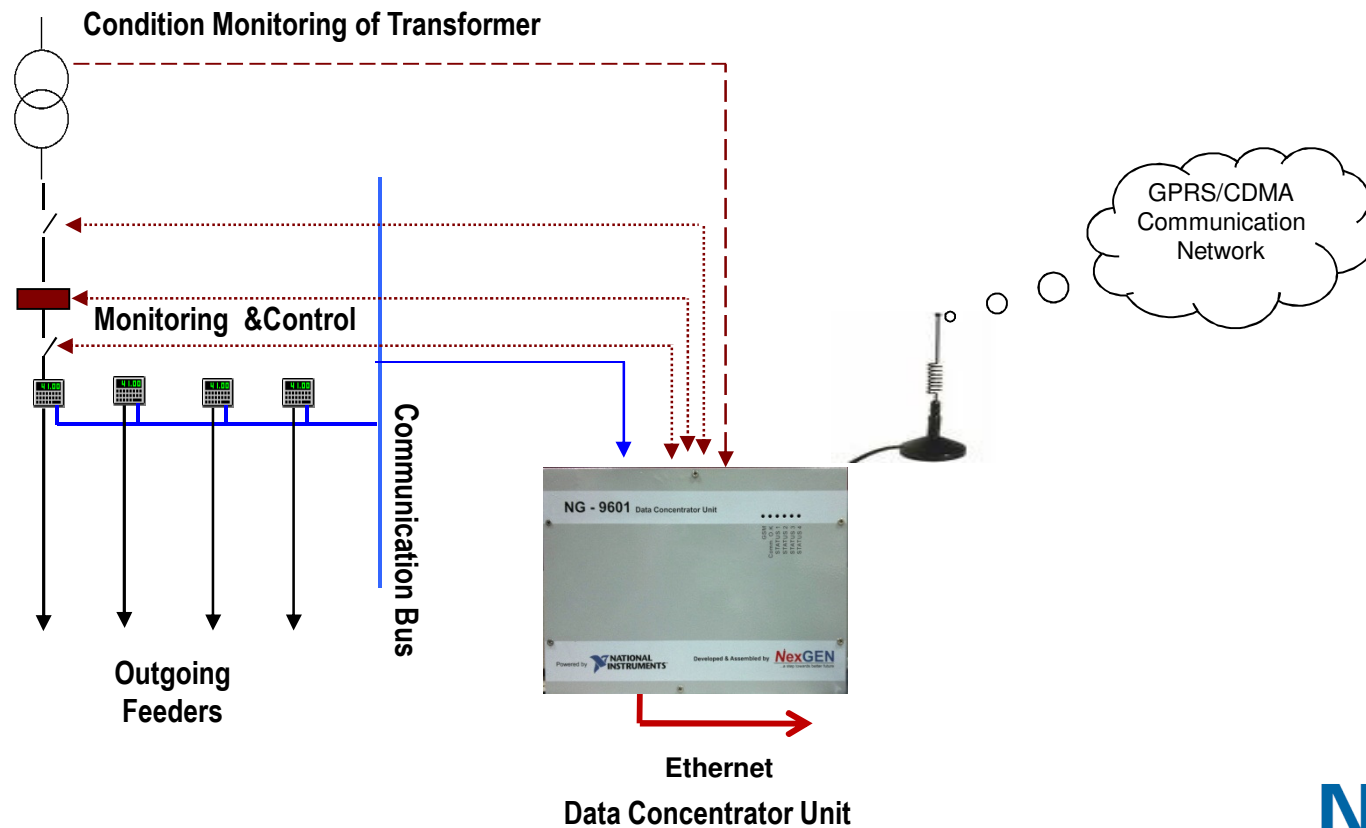
## Data Concentrator Units- Installation Plan



NexGEN Consultancy Pvt. Ltd  
NI Week 2010-  
Electrical Substation Monitoring & Control

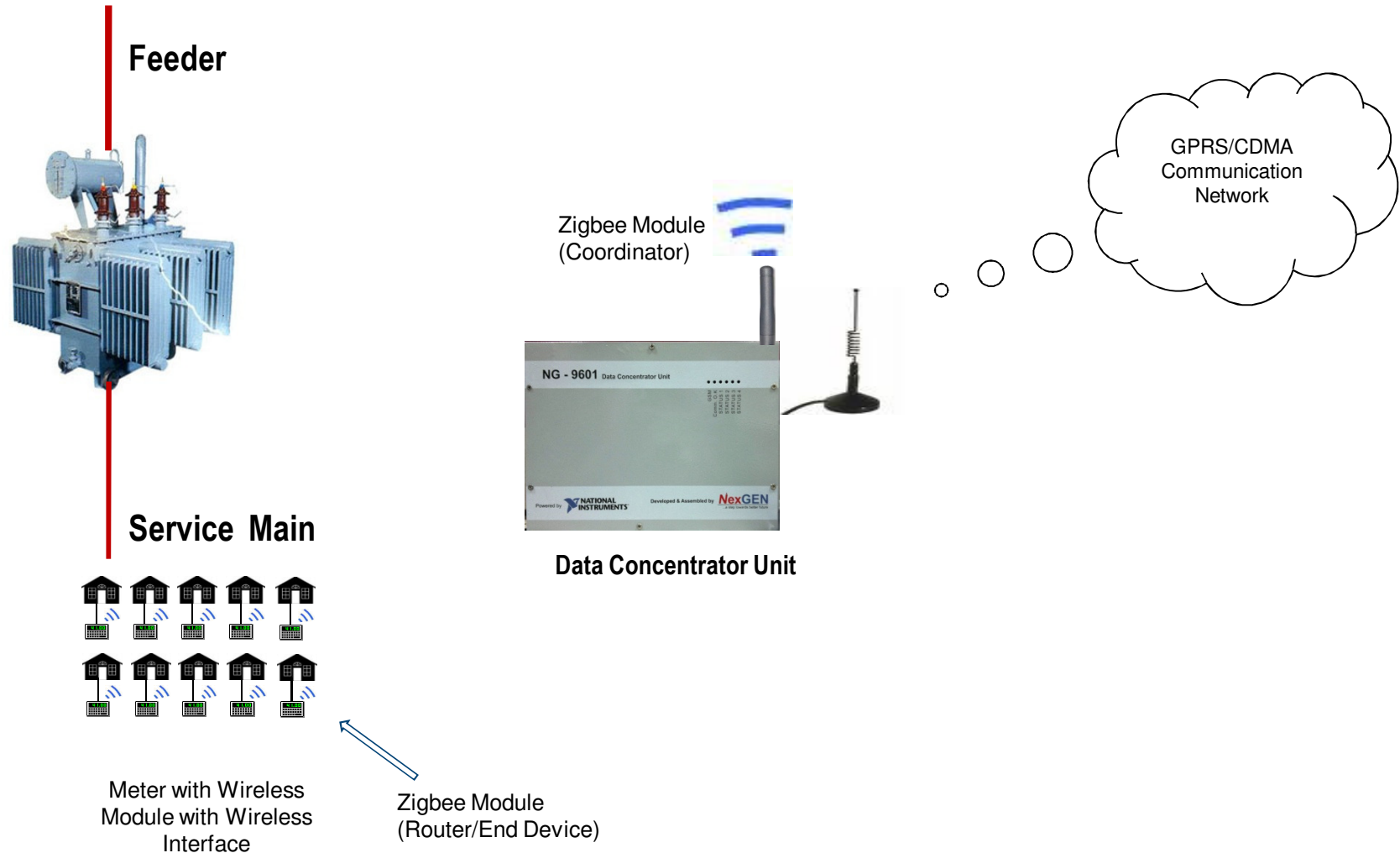
# Unidade Concentradora de Dados

## Monitoração e Controle de Distribuição

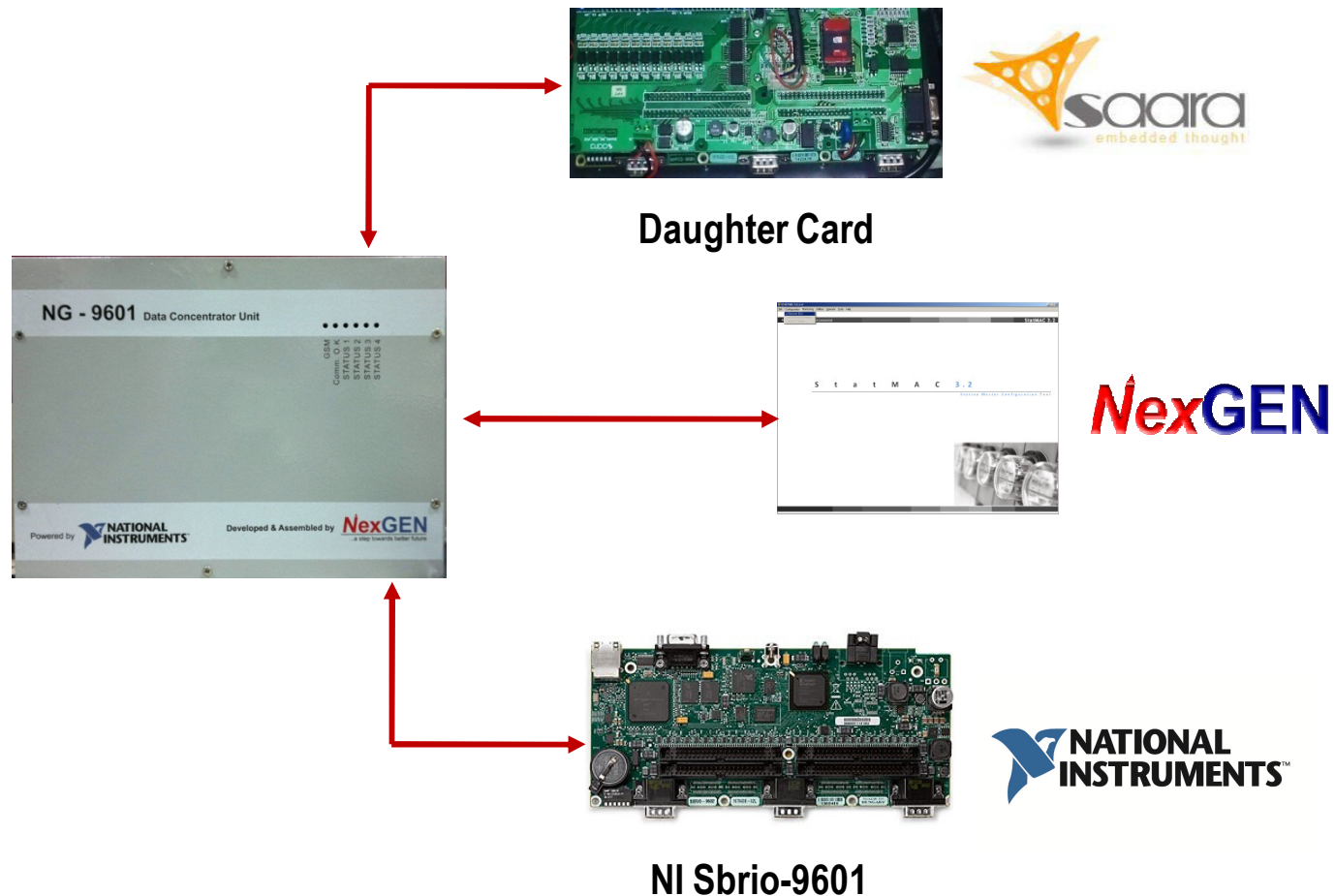


# Unidade Concentradora de Dados

## Medição de Consumo – Residência e Indústria



# Solução para o Concentrador de Dados



# Requisitos para conduzir a convergência necessária e resolver o desafio da complexidade

- 1. Arquitetura modular e aberta, de alto desempenho para ferramentas de Software e Hardware**
- 2. Que seja possível executar upgrade de firmware remoto a fim de cumprir com as exigências e evolução dos padrões de comunicação e regulamentação**
- 3. Suportar múltiplos protocolos e ter múltiplas portas de comunicação para compatibilizar com a infraestrutura existente**