



GE imagination at work



XXIV SNPTEE

Seminário Nacional de Produção e
Transmissão de Energia Elétrica

UMA NOVA PLATAFORMA IEC 61850 BASEADA EM SINCROFASORES PARA SISTEMAS ESPECIAIS DE PROTEÇÃO

Grupo GPC

Ricardo Lira

Renan Giovanini

Denys Lellys





- Monitoramento precoce de oscilações instáveis, monitoramento da “distância” do ponto operativo em relação ao colapso de tensão, e impacto das novas fontes de energias renováveis na estabilidade devido a introdução de gerações com menor inércia;

- Melhor aproveitamento dos limites operacionais de corredores de transmissão limitados por transitórios dinâmicos através da avaliação e predição em tempo-real das diferenças angulares máximas permitidas;

- Avaliação da estabilidade e detecção de fontes de oscilação durante mudanças na topologia do sistema ou perfil de geração (ângulo/instabilidade transitória) e detecção de ilha e assistência aos operadores durante processo de recomposição





Closed
Loop
Protection &
Control

Applicability level

Integration

Operational
Control &
Dispatch

Analysis &
Planning

3 Years ago

Standalone

Non-critical
"Situational
Awareness"

Disturbance
&
Oscillation
Monitoring

Present

Future

System
Defence

Automated
Dispatch

Continuous
Control

Integrated
EMS-WAMS

Critical
Operations
Support

Modelling
System
Testing,
Control Tuning

Integrated
EMS-WAMS-DSA

Real-Time Transfer Limits

Real-Time Operational
Decisions

Critical Disturbance Data
Compliance

Platform &
Implementation

Non-redundant
Low penetration

Semi -
redundant
Mid penetration

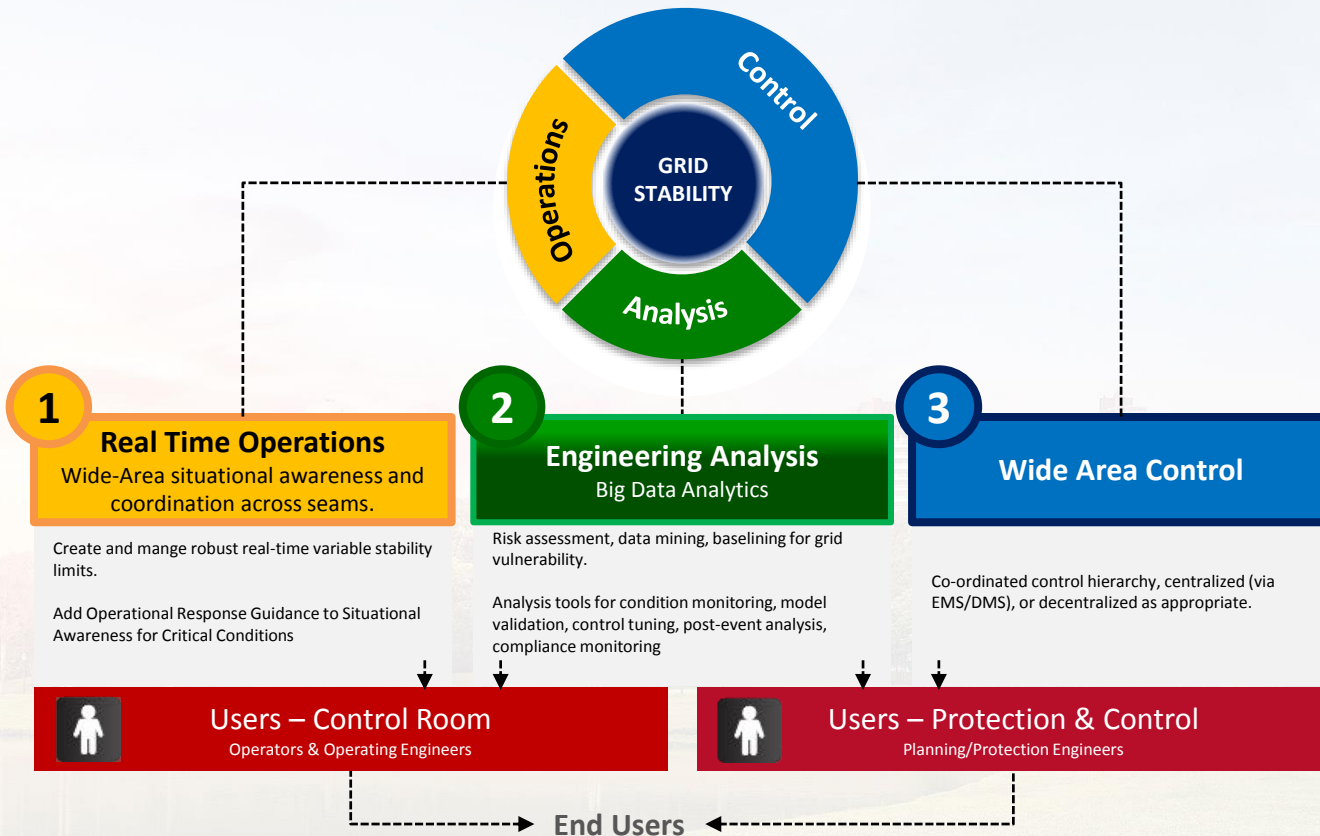
Full observability
Critical Infrastructure

Synchrophasors penetration level

Is WAMS a reality?



WAMS: The 3 Pillars





O diagrama ilustra o tempo de resposta de diferentes componentes e ações em um sistema de energia elétrica, dividido em três faixas de tempo principais: 100ms, 1 min e 1 hora.

100ms: Esta faixa de tempo é associada à **Proteção** (indicada por uma seta azul). O tempo de resposta é especificado como **16-200ms Proteção de Equipamentos**.

1 min: Esta faixa de tempo é associada ao **Controle de Área Ampla Automatizado** (indicado por uma seta laranja). O tempo de resposta é especificado como **0.1-3s Proteção de Área-Ampla**. Dentro desta faixa, há sub-faixas de tempo para **0.5-10s Corole de Área-Ampla**, **0.6-3s Trip Automático** e **3-15s Despacho Automático**.

1 hora: Esta faixa de tempo é associada à **Sala de Controle (Aplicações EMS/WAMS)** (indicada por uma seta verde). O tempo de resposta é especificado como **1-2 minutos Conciência do Operador** e **5-20 minutos Despacho pelo Operador (Ação Humana)**.

Além das ações, o diagrama também mostra a duração de diferentes tipos de estabilidade:

- Estabilidade de Frequência:** Representada por uma barra horizontal que se estende por toda a faixa de 1 hora.
- Estabilidade Oscilatória:** Representada por uma barra horizontal que se estende por toda a faixa de 1 hora.
- Estabilidade de Tensão:** Representada por uma barra horizontal que se estende por toda a faixa de 1 hora.
- Estabilidade de Tensão de Atuação Rápida:** Representada por uma barra horizontal que se estende por toda a faixa de 1 hora.
- Estabilidade Transitória:** Representada por uma barra horizontal que se estende por toda a faixa de 1 hora.
- Estabilidade de Transientes:** Representada por uma barra horizontal que se estende por toda a faixa de 1 hora.
- Proteção de Falta Local & Diferencial:** Representada por uma barra horizontal que se estende por toda a faixa de 1 hora.



SEPs: Estratégias de Implementação

1) Baseados em Eventos e
Medidas de RTUs
(SEPs tradicionais)

2) Baseados
exclusivamente em
sincrofasores e na resposta
sistêmica ao evento

**3) Esquemas Híbridos
baseados em eventos,
sincrofasores e resposta
sistêmica ao evento**



SEPS Híbridos

Esquemas Baseados em Eventos

- Lógicas de atuação rápidas (<100ms), atuando antes do começo da resposta do sistema ao distúrbio. ✓

- Esforço de controle sobre-dimensionado para garantir uma resposta efetiva frente ao cenário mais pessimista. ✗
- Incompatível com condições não previstas durante a fase de planejamento, ou seja, não resiliente. ✗
- Pode haver interações não planejadas entre outros esquemas de proteção, causando disparo inoportuno. ✗
- Tipicamente requer que atuem poucos grandes recursos previsíveis na ação remedial (e.g grandes geradores) ✗

Esquemas Baseados em Resposta Sistêmica

- Responde de forma proporcional à necessidade do sistema para a recuperação pós-distúrbio. ✓
- Robusto a contingências não-planejadas, ou seja, mais flexível frente a condições diversas. ✓
- O esforço de controle pode ser mais facilmente distribuído ao longo da rede, melhorando a precisão para a tomada de decisão frente aos diversos recursos disponíveis quando necessário. ✓

- Atua somente quando a resposta do sistema pós-contingência se torna observável, prejudicando o desempenho da recuperação do sistema. ✗



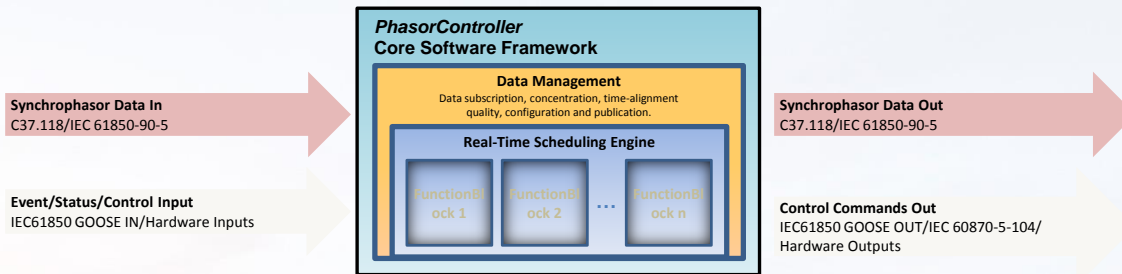
Esquemas Híbridos



- Guiado inicialmente por eventos lógicos de rápida detecção – primeira frente de atuação – seguido de um segundo estágio proporcional ao restante de esforço necessário para equilibrar o sistema. ✓
- Combina os benefícios dos dois esquemas, e consequentemente subtraindo suas desvantagens. ✓



PhasorController



Multi-purpose, flexible,
phasor-based control
solution for the Smart Grid

Pre-Packaged Solutions
for common use-cases

Custom Solutions
for bespoke use-cases

Uses phasors to deliver
**simplified, robust and low
maintenance** control schemes



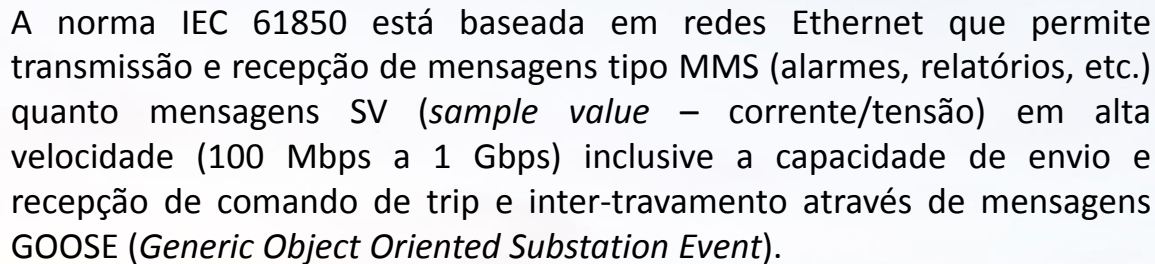
High level of hardware
platform independence

Open standards for
protocols and
configuration

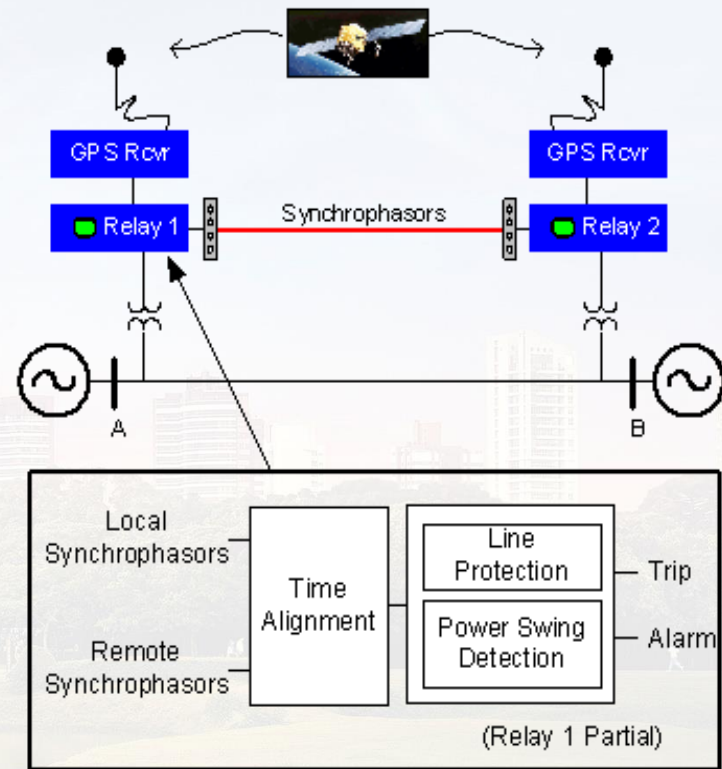
Controller I/O **response:**
 ≤ 1 cycle

Rapid control algorithm
development and test by
power system engineers

High reuse capability
through use of function
block libraries

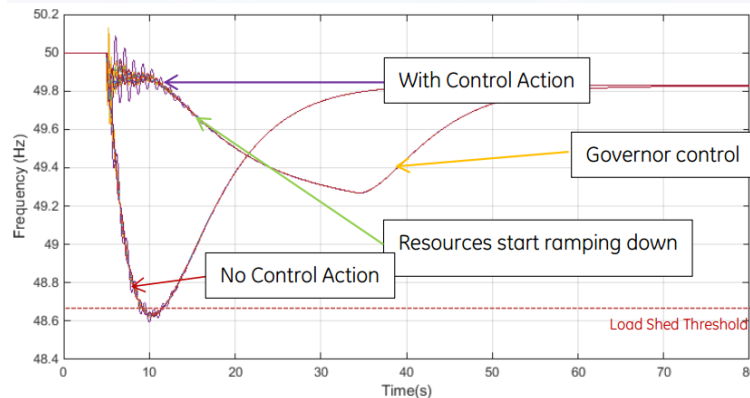
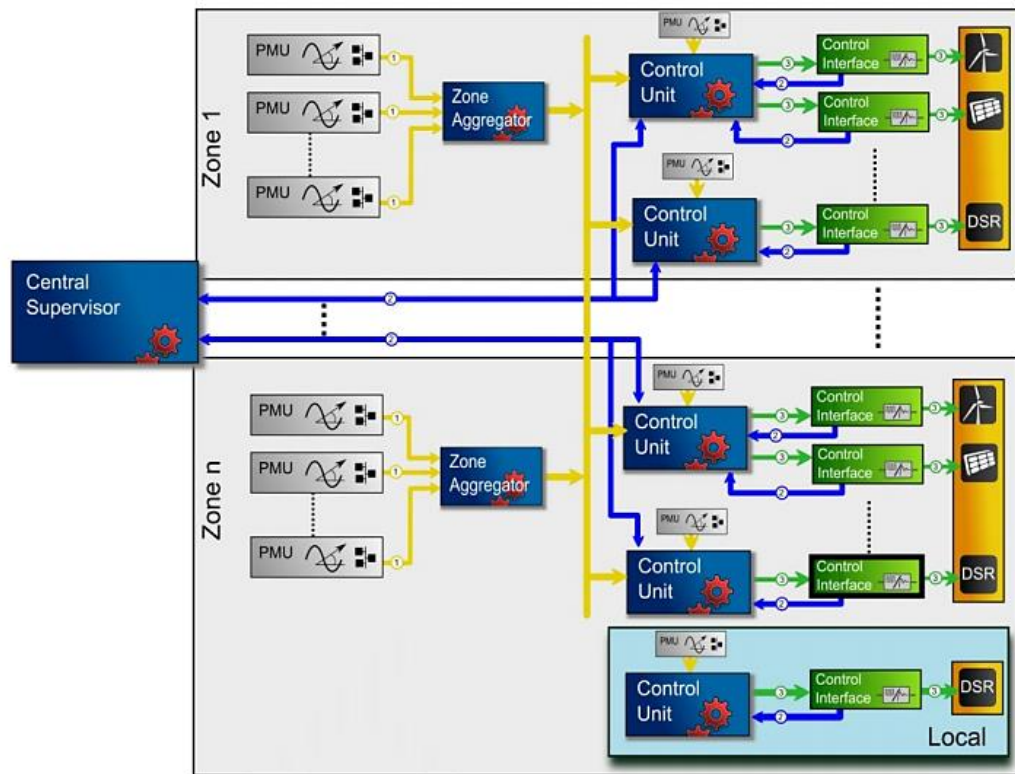


Neste aspecto, existe uma outra vantagem da norma IEC61850 para aplicações sistêmicas, como por exemplo a comunicação entre subestações especificada na parte **IEC 61850-90-1** (Communication between substation) e a **IEC 61850-90-5** usada para a transmissão de sincrofasores em conformidade com a norma **IEEE C37.118**, tendo em vista a integração já existente destes dados nos IED's e disponível no barramento de processo da rede Ethernet local e a possibilidade de transmissão entre os terminais das subestações para realização de proteção sistêmica como por exemplo esquemas regional de alívio de cargas/corte de cargas (ERAC), esquemas de controle de emergência (ECE), condição de oscilação de potência (power swing) entre outros.





Controle Rápido de Frequência





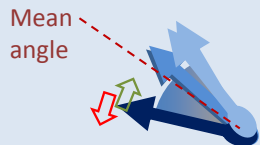
Controle Rápido de Frequência



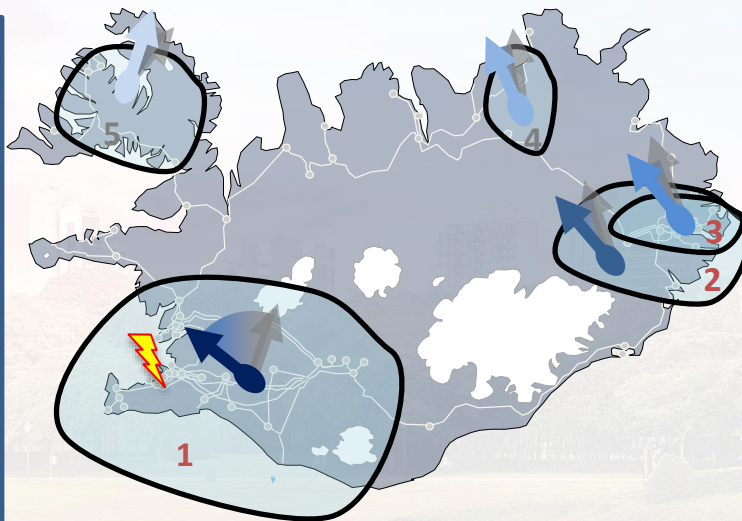
Zones Centres of inertia; islanding may occur between zones, not (successfully) within zones. **Aggregated Angle and Frequency** for each zone shared with all control points.

Angle Difference

↗ **Angles swing apart** during disturbance → islanding risk

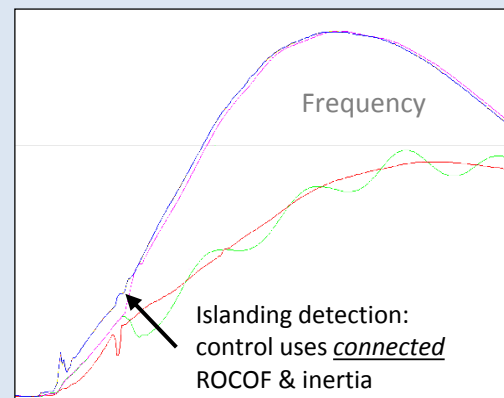


↖ **Act in location** to return angles to system mean angle

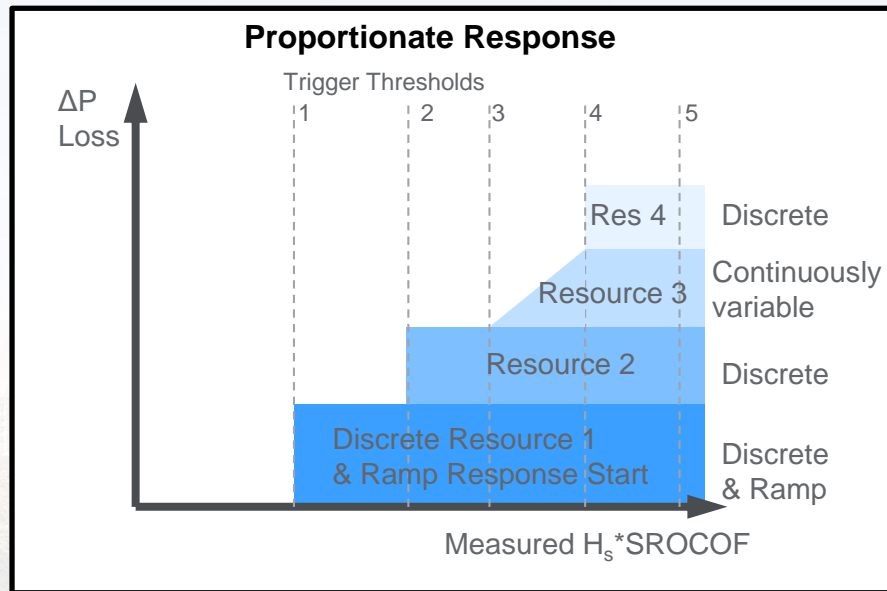
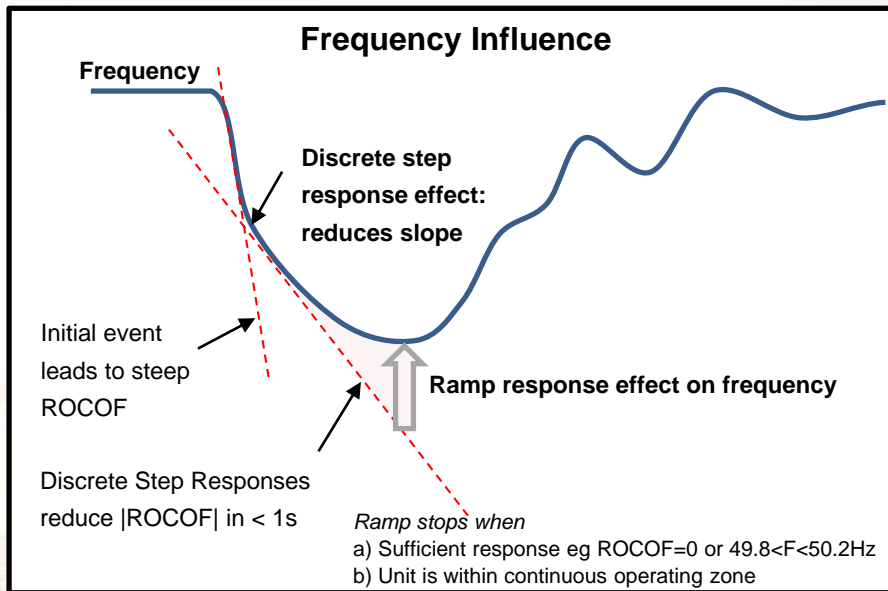


Frequency

Disturbance Frequency accelerates in proportion to (MW loss) / (inertia). BUT not uniform across network



System ROCOF Aggregated frequency from all connected zones → system ROCOF*inertia → MW loss.

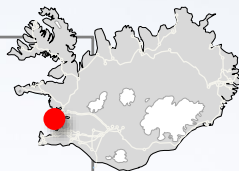


Location: Enables/inhibits response in each zone, returning angles towards centre. Nearby resources act fast, distant ones act after angles swing back.

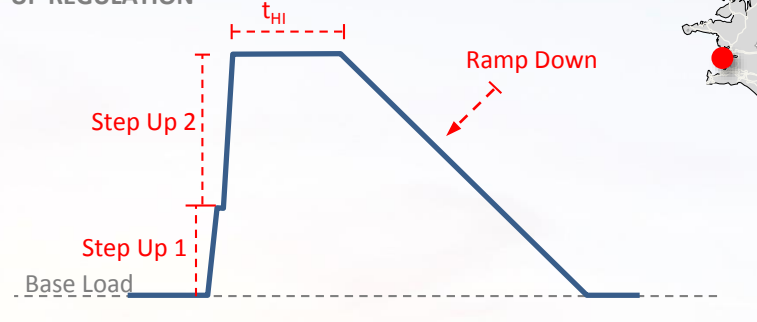
Islanding: Detected and accounted in H_s term



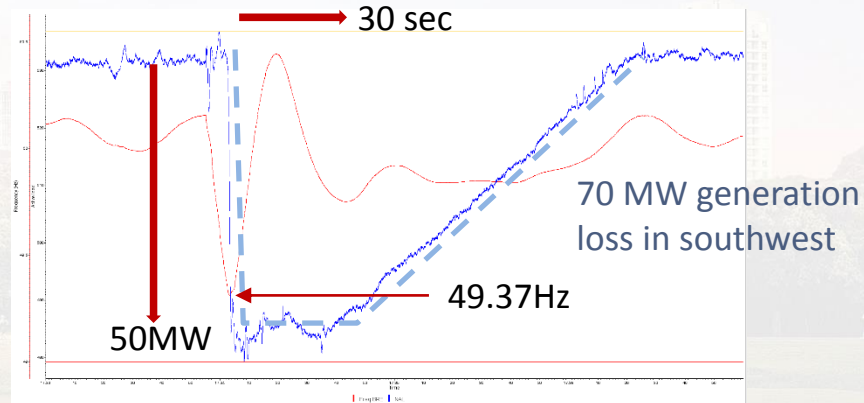
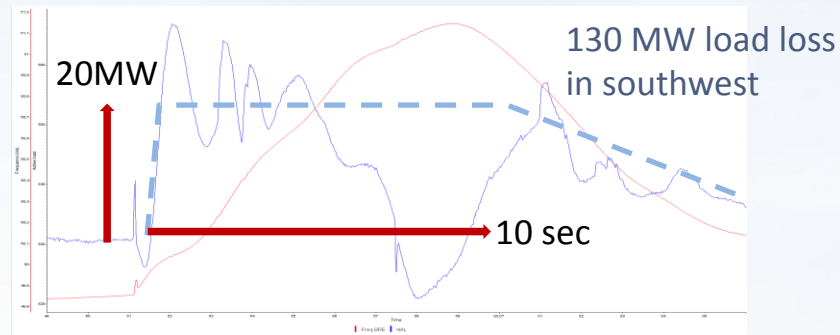
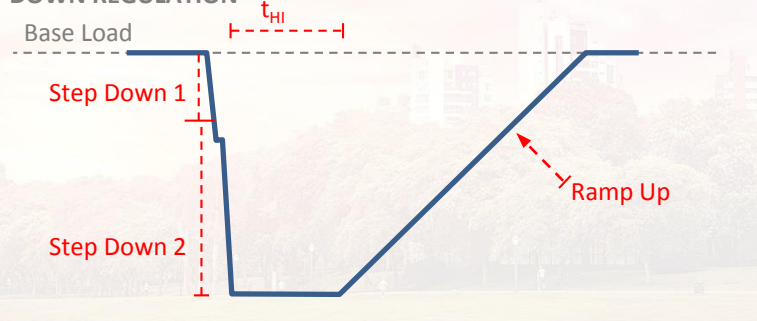
Dynamic Load Control of Smelter



UP REGULATION



DOWN REGULATION





Possibilidades de melhorias

- ## Esquemas rápidos com sincrofasores

- A proteção sistêmica da rede contra instabilidades pode ser obtida combinando esquemas legados baseados em eventos (mais rápidos) com esquemas baseados em resposta (mais precisos).

Disponibilidad de plataforma WAMPAC dedicada

- Uma plataforma especialmente desenvolvida para este fim é um primeiro passo para uma abordagem mais flexível e eficiente.



Ricardo Lira
Renan Giovanini
Denys Lellys

- ✉ ricardo.lira1@ge.com
- ✉ renan.giovanini@ge.com
- ✉ denys.lellys@ge.com
- 💻 www.ge.com