

## Testes de Injeção de Secundário em Merging Unit Considerando o Uso da Tecnologia Low Power Instrument Transformers

Informe Técnico GE - GPC

**Paulo Sergio Pereira Junior**



Sol Pulquério



Nem tudo que está conectado funciona...

**É necessário verificar; é necessário testar!**



- A **evolução tecnológica no PACS** impulsionada pela **IEC 61850**;
- A importância da **interoperabilidade**;
- **Benefícios dos LPITs**:
  - **Custos** de infraestrutura e **sustentabilidade**;
  - **Precisão** e a **não saturação**;
  - **Segurança**.
- **Tipos dos LPITs**:
  - **TP: divisores R, C ou RC**;
  - **TC: bobinas Rogowski** ou medição **óptica** por efeito Faraday.
- **Objetivos** do trabalho:
  - Demonstrar a **efetividade** do uso de **LPITs e MUs**;
  - **Testes em malha fechada com MUs** através de um **LPIT simulado** baseado em **bobinas Rogowski** e **divisores C**.

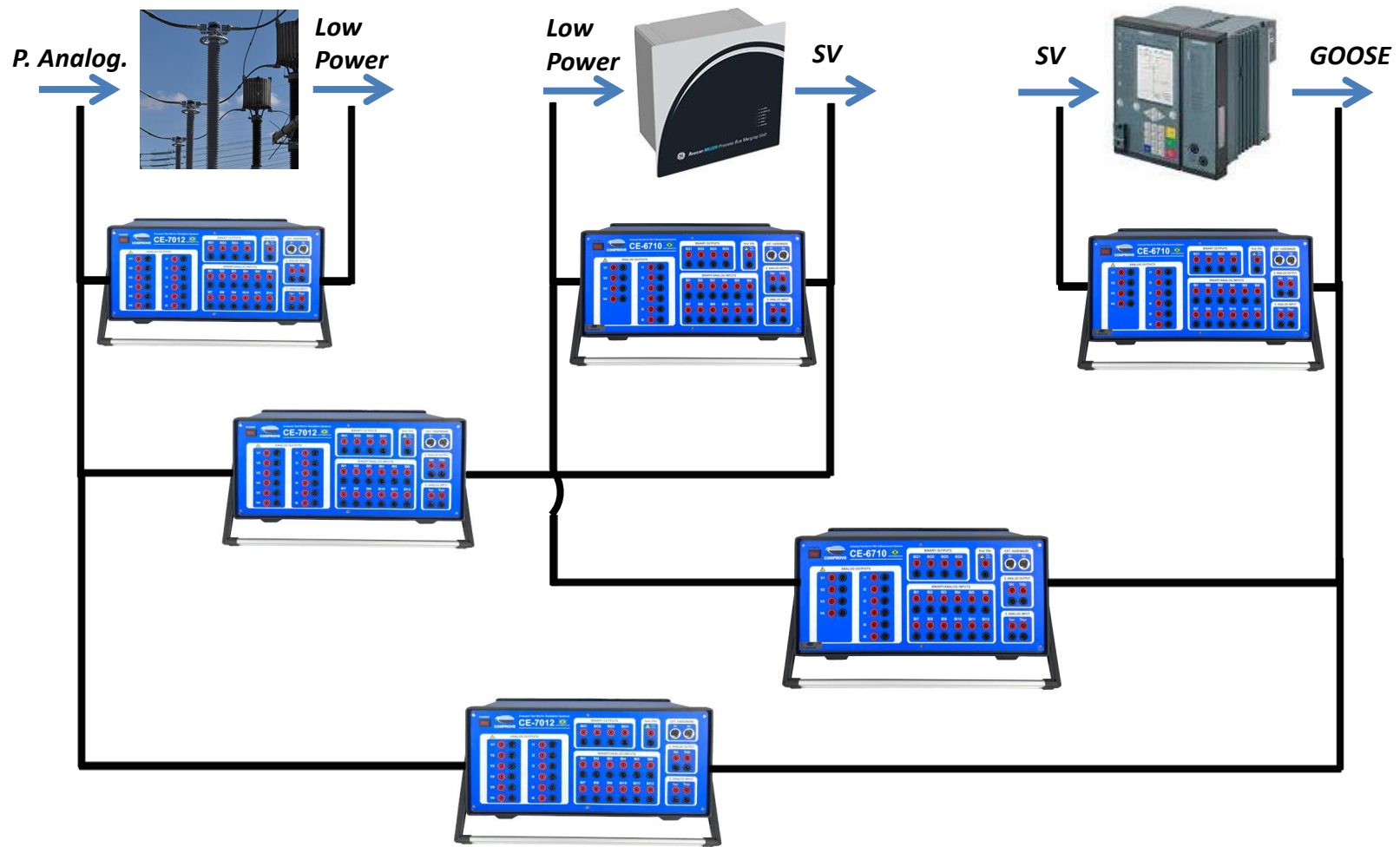
# Ferramentas de Testes no contexto da norma IEC 61850



XXVIII Seminário Nacional  
de Produção e Transmissão  
de Energia Elétrica



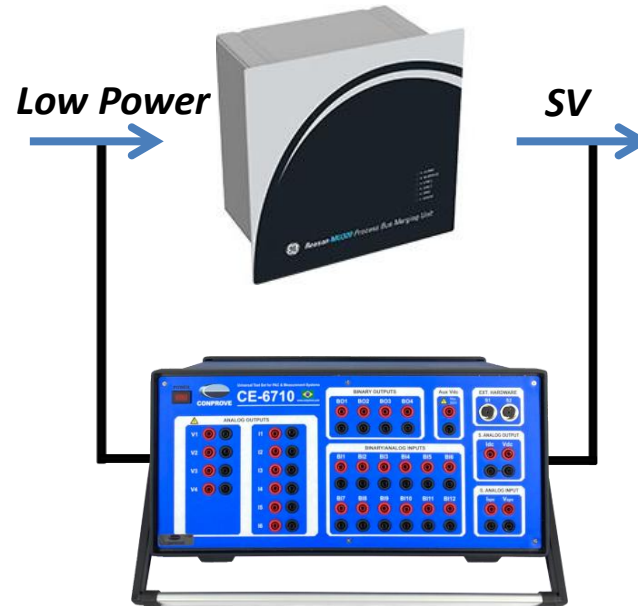
- As **ferramentas de testes** devem ser capazes de **injetar/medir sinais analógicos**, assim como **publicar/assinar** sinais digitais (**GOOSE/SV**).



# Ferramentas de Testes no contexto da norma IEC 61850



XXVIII Seminário Nacional  
de Produção e Transmissão  
de Energia Elétrica



# Ferramentas de Testes no contexto da norma IEC 61850



XXVIII Seminário Nacional  
de Produção e Transmissão  
de Energia Elétrica

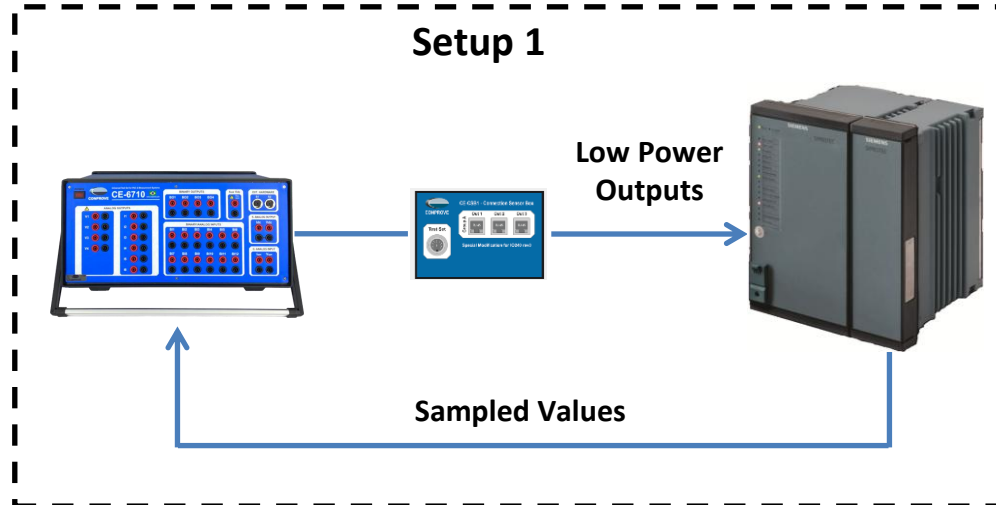


- Teste de **MU** com **entrada low-level**;
- **Sincronização** do sistema via **PTP**: a **mala de testes** foi **GrandMaster**;
- **Frequência nominal** em **50 Hz**;
- Configuração da MU na **9-2LE**, com taxa de amostragem de **4000 Hz** (80 pontos por ciclo).

# Ferramentas de Testes no contexto da norma IEC 61850



XXVIII Seminário Nacional  
de Produção e Transmissão  
de Energia Elétrica

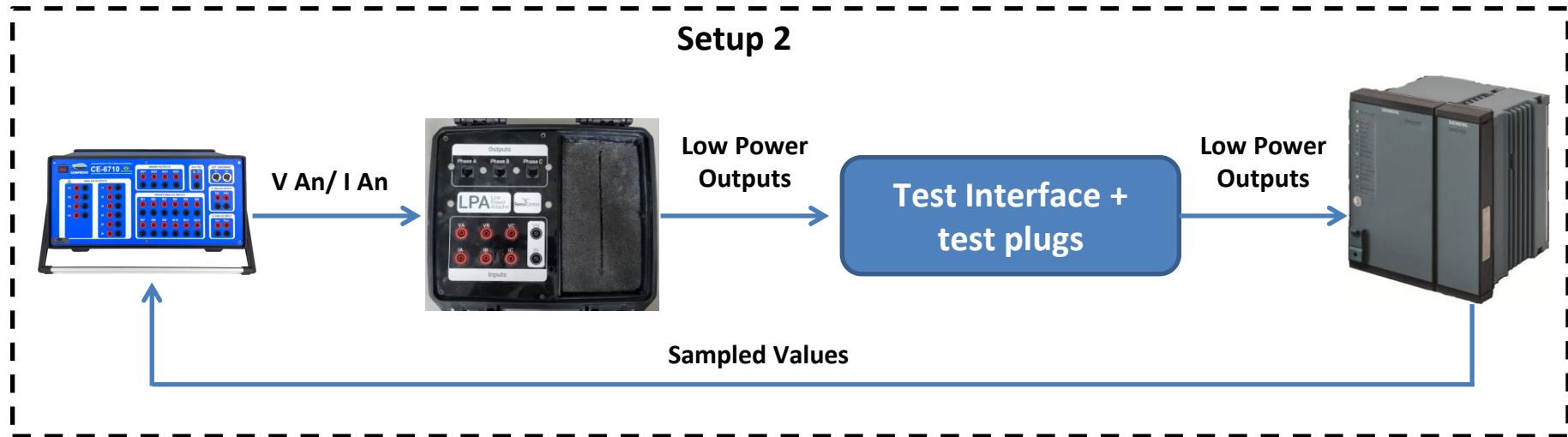




# Ferramentas de Testes no contexto da norma IEC 61850



XXVIII Seminário Nacional  
de Produção e Transmissão  
de Energia Elétrica



# Testes em Malha Fechada com MU considerando a tecnologia de LPIT



XXVIII Seminário Nacional  
de Produção e Transmissão  
de Energia Elétrica



- Primeiro setup:



- Sinais de low-level foram **injetados** na **MU**, e os **SVs** publicados foram assinados pela **mala de testes** via conexão por **fibra óptica**;
- Arquivos **JSON** foram utilizados para **adequar** o **ganho** de cada fase do **LPIT** à entrada da **MU**;
- A **mala de testes** importou o arquivo **JSON**.

```
{
  "Id": "FB1_NCIT_Sensor",
  "Settings": {
    "RogoInduc": 1378.34,
    "RogoInducFac": 2000,
    "RogoResis": 199.0,
    "RgoInv": "no",
    "EFP Cap": 9.92894,
    "ICorrection": {
      "fr50Phase": 0.0,
      "fr60Phase": 0.0
    },
    "VCorrection": {
      "fr50Phase": 0.0,
      "fr60Phase": 0.0
    },
    "SBProID": "none",
    "RogoTempCoe": [0,0,0,0,0,1],
    "EFPTempCoe": [0,0,0,0,0,1]
  }
},
}
```

Model: CE-CSB1IO240

Descr.:  → Pref. Hard. List ▼

☐ Agrup |----- Ratio -----|

	RMS Nom./	RMS Excit.	Max. RMS
V1 (S1)	170.0 kV	51.40 V	23.48 kV
V2 (S1)	170.0 kV	51.40 V	23.48 kV
V3 (S1)	170.0 kV	51.40 V	23.48 kV
I1 (S1)	4.00 kA	309.1 mV	91.87 kA
I2 (S1)	4.00 kA	309.1 mV	91.87 kA
I3 (S1)	4.00 kA	309.1 mV	91.87 kA

Norm. Freq.: 60 Hz ▼ Temperature: 25.00 °C

Cable	
Model	Default <span>▼</span>
Resist./km	98.00 Ω/Km
Induct./km	438.0 uH/Km
Capac./km	51.00 nF/Km
Length	0.100 m

☒ To IO240 ☐ Free

A	B	C	Genl
<b>GIS LPIT</b>			
RogoInduc	205.0 nH		
RogoResis	0.0100 Ω		
RgoInv	no		
EEPCap	40.00 pF		
<b>Sensor Box</b>			
SenBoxR	0.0150 Ω		
SenBoxC	42.00 pF		
SenBoxL	2.00 nH		
SenBoxVdR	0.0100 Ω		
SenBoxVdC	4620.0 pF		
<b>Correction</b>			
	I	V	
fr50Phase	0'	0'	
fr60Phase	0'	0'	
<b>T. Comp.</b>			
	Rogo	EFP	
TempCoe_0	0	0	
TempCoe_1	0	0	
TempCoe_2	0	0	
TempCoe_3	0	0	
TempCoe_4	0	0	
TempCoe_5	1.00	1.00	

**Optical**

CE-CSB1 - Connection Sensor Box

CONPROVE

Test Set

Group A

Out 1 Out 2 Out 3

RJ 45 RJ 45 RJ 45

Special Modification for IO240 rev0

Set for NCIT Sensor Settings (json)...

# Testes em Malha Fechada com MU considerando a tecnologia de LPIT



XXVIII Seminário Nacional  
de Produção e Transmissão  
de Energia Elétrica



- Segundo setup:



- A **mala de testes** injetou **100 V** e **5 A** no **Low Power Adapter** de forma que a **MU** indicasse **valores nominais de V e I (100 KV Ph-N e 500 A)**;
- Foram **definidos** os **ganhos** para a injeção de **sinal low-level** diretamente na **entrada da MU** utilizando a **mala de testes**.

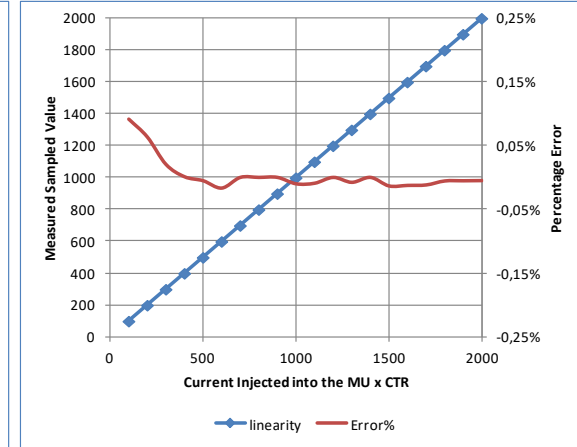


- Em **ambos os setups**:
  - **Variação de amplitude, ângulo, frequência e conteúdo harmônico.**  
Sendo observado o **comportamento da MU**;
  - As **respostas** foram **similares** entre os **dois setups**.
- Testes de **linearidade**:
  - **V injetada: variou de 10 V RMS a 200 V RMS;**
  - **I injetada: variou de 250 mA RMS a 20 A RMS;**
  - **Injeções de V e I baseadas nos valores nominais de 100 V e 5 A;**
  - Foram **estabelecidas as variações de 0,1 a 2 vezes o valor nominal de V**, e de **0,05 a 4 vezes o valor nominal de corrente**.



- A mala de testes mostrou as formas de onda de V e I e monitorou a MU, assinando os frames SV:
  - Precisão de amplitude e ângulo;
  - Supervisão dos eventos de falha de rede;
  - Análise estatística (tempo entre frames, tempo de digitalização e status de sincronização);
  - Verificação dos campos do frame SV.

## Analog Signals



## Communic., digitization and synch.

Report

- SVID: SIPMod2MU103
- Maximum number of subsequent errors set: 0
- Maximum number of errors per second set: 0
- Maximum number of subsequent errors registered at end of test: 0
- Maximum number of errors per second registered at end of test: 0
- Total number of registered errors at end of test: 0**
- Error
- Statistics
  - Synchronism
    - Processing time**
      - No. of Samples: 431
      - Min: 1.286 ms
      - Avg: 1.287 ms**
      - Max: 1.287 ms
  - Time between frames**
    - No. of Samples: 1723340
    - Min: 242.385 us
    - Avg: 250.000 us**
    - Max: 257.729 us

Frames SVs...

SVID: SIPMod2MU103  
DstMAC: 01:0C:CD:04:00:00  
SrcMAC: B4:B1:5A:13:93:57  
VLANPriority: 4  
VLANID: 0  
APPID: 16385  
SimulationBit: 0  
ConfRev: 10001  
SmpSynch: 2  
SynchSourceId (Optional): TRUE; SynchSourceId: 64:4C:69:FF:FE:3C  
NCns: 8  
NASDUs: 1

OK



- **Vantagens dos LPITs:**
  - **Segurança;**
  - **Alta linearidade;**
  - **Imunidade à saturação;**
  - **Dimensões e peso reduzidos;**
- Testes em **malha fechada**, com análises importantes:
  - **Formas de onda SV:** erros de amplitude e ângulo;
  - **Supervisão de eventos de falha de rede;**
  - **Análises estatísticas**(tempo entre frames, tempo de digitalização e status de sincronização).
- Os **resultados** obtidos foram **satisfatórios** e demonstraram a **confiabilidade** das **tecnologias** aplicadas.





# OBRIGADO!

Paulo Sergio Pereira Junior



Promoção



Coordenação

