X SEMINÁRIO TÉCNICO DE PROTEÇÃO E CONTROLE
STPC
17 a 20 Outubro 2010 | Recife/PE

IEC 61850-9-2
AVALIAÇÃO E TESTES DE UM BARRAMENTO DE PROCESSOS

Paulo Sergio Pereira Junior

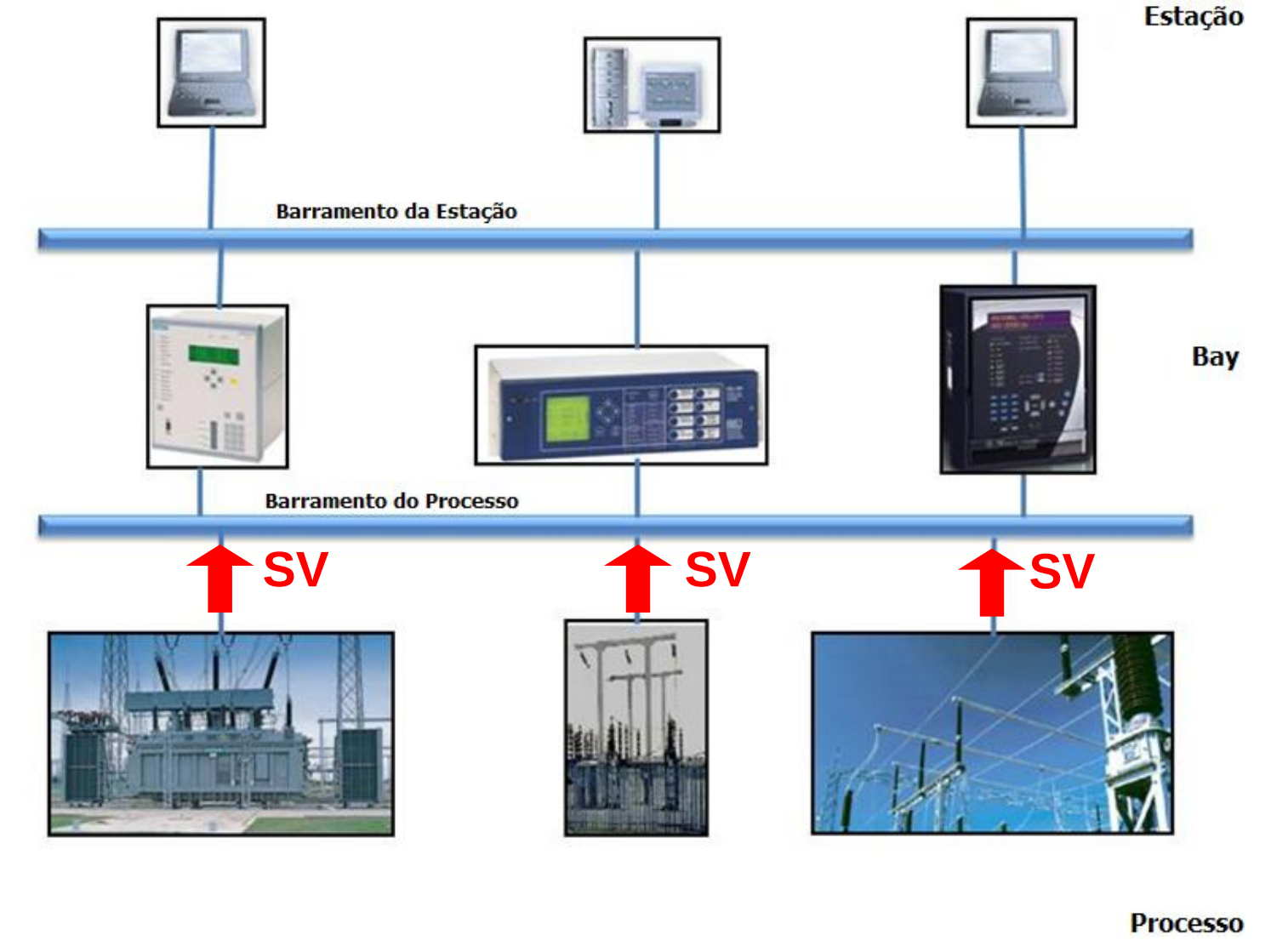
Resumo

O Objetivo deste artigo é **elucidar o Barramento de Processos da IEC 61850**, sua implementação e **testar um sistema**, em laboratório, verificando seu desempenho e **comparando com a tradicional fiação de cobre** que leva a corrente e tensão de secundário.

Introdução

- **IEC 61850: Interoperabilidade**
- **Tipos de Comunicação**
  - Cliente – Servidor
  - GOOSE *(61850-8-1)*
  - SMV *(61850-9-2)*
- **GOOSE: Presente**
- **SMV: Próximo Passo**

Barramentos de Comunicação



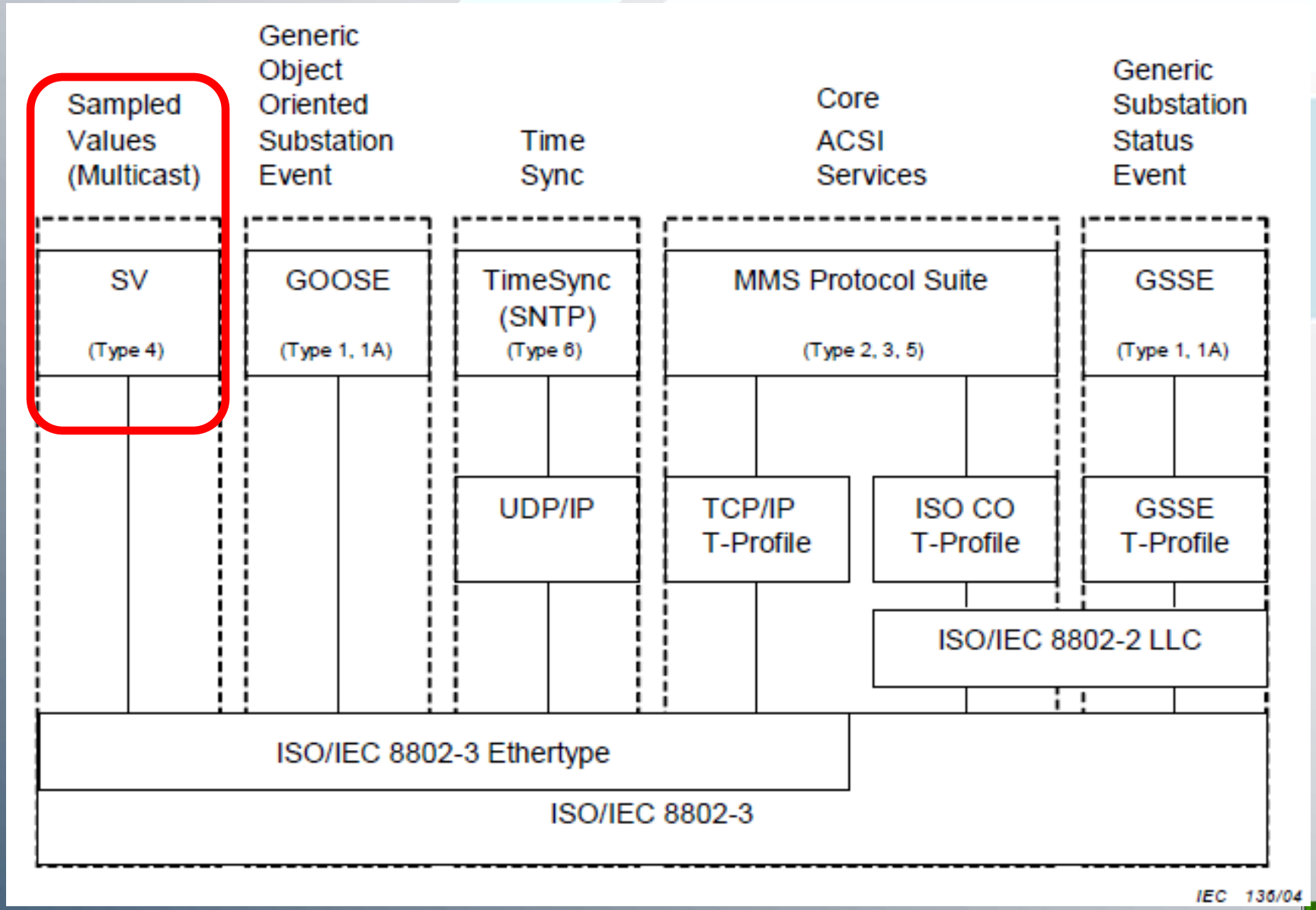
O que é Sampled Value?

- **Sampled Value (SV) ou Sampled Mensured Value (SMV) ou Sampled Analog Value (SAV)**
- **Conceito: Sinal Digitalizado / Valores Amostrados**
- **Alteração de Tecnologia**
  - Método atual: Valores de Secundário
  - Novo: Amostras enviadas pela rede
- **TC´s e TP´s Ópticos** (ECT e EVT)
- **MU**

O que é Sampled Value?

- **Envio de Informações ao Invés de Grandezas Elétricas** (V/I)
  - **Padronizada** (Interoperabilidade)
  - Trabalha na **2ª Camada OSI**
  - **Alta Velocidade** (Tempo Crítico)
- **Substituição** do Cabeamento Rígido (Fiação de Cobre) do **circuito dos secundários**

IEC 61850-5


Sampled Values (Multicast)
Generic Object Oriented Substation Event
Time Sync
Core ACSI Services
Generic Substation Status Event
SV
(Type 4)
GOOSE
(Type 1, 1A)
TimeSync (SNTP)
(Type 6)
MMS Protocol Suite
(Type 2, 3, 5)
GSSE
(Type 1, 1A)
UDP/IP
TCP/IP T-Profile
ISO CO T-Profile
GSSE T-Profile
ISO/IEC 8802-2 LLC
ISO/IEC 8802-3 Ethertype
ISO/IEC 8802-3
IEC 136/04

SV x Cabeamento Rígido

- **Redução Custo** de Implantação e de Manutenção
- Custo de **Implementação**

  (= **Equipamento + Mão de Obra**)
- **25 à 50 %** a menos nos custos
- Possibilidade de fácil **Comunicação Redundante**
- **Simplicidade** obtida pelo **cabeamento** ethernet

Formato do Frame SV (Sampled Value)

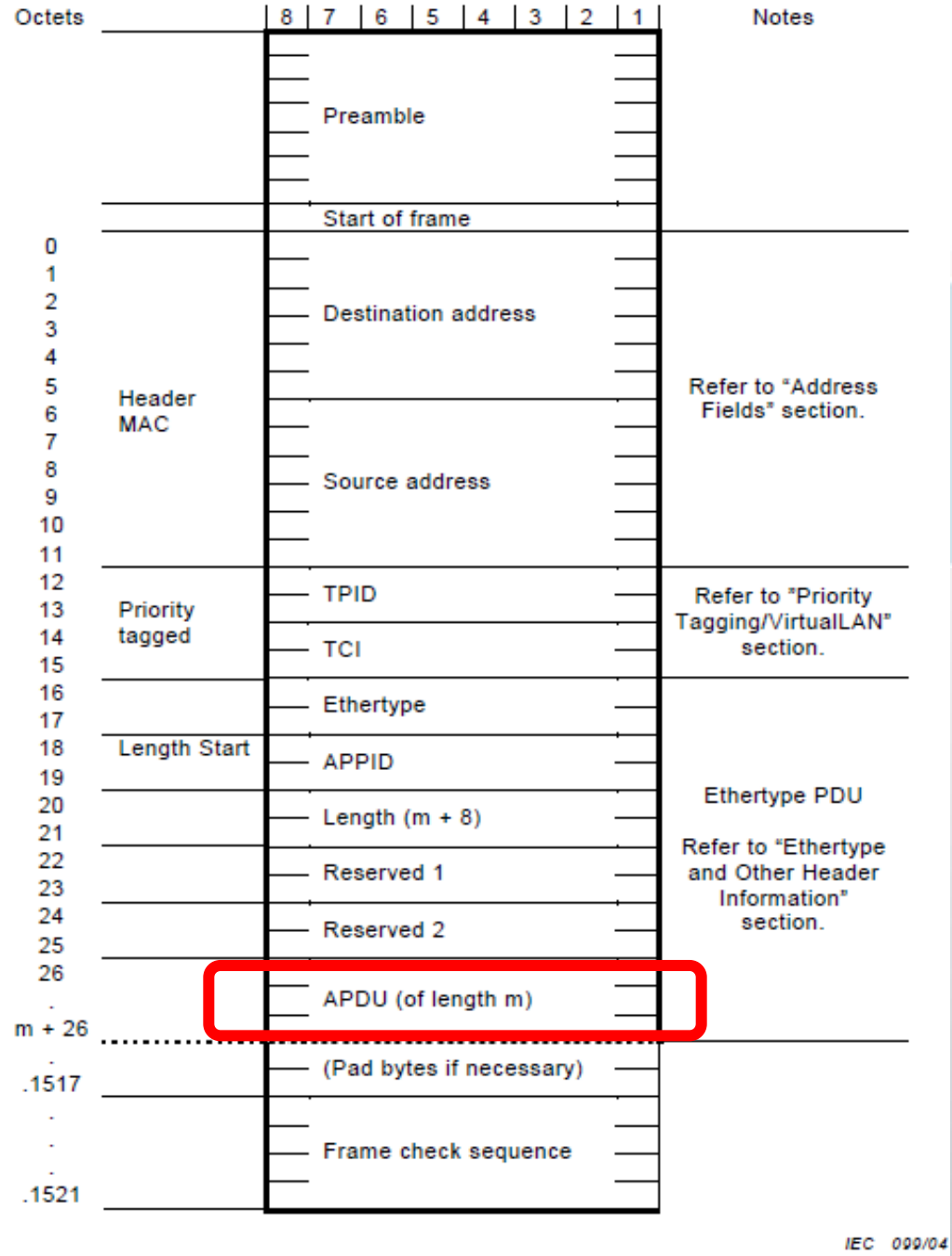
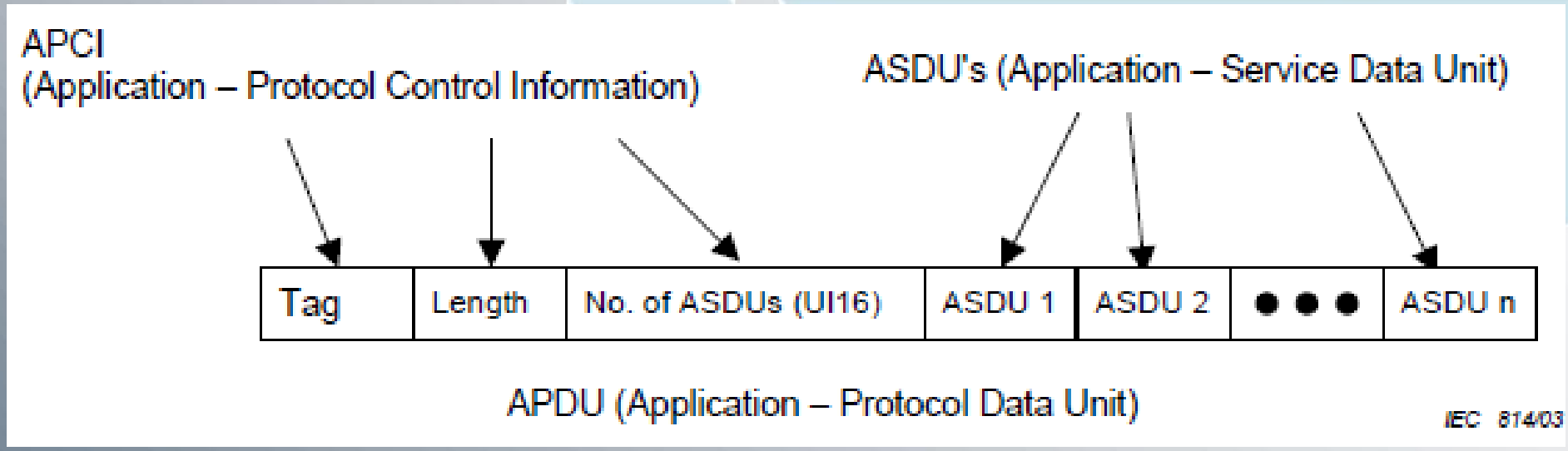


Figure A. 1 – ISO/IEC 8802-3 frame format

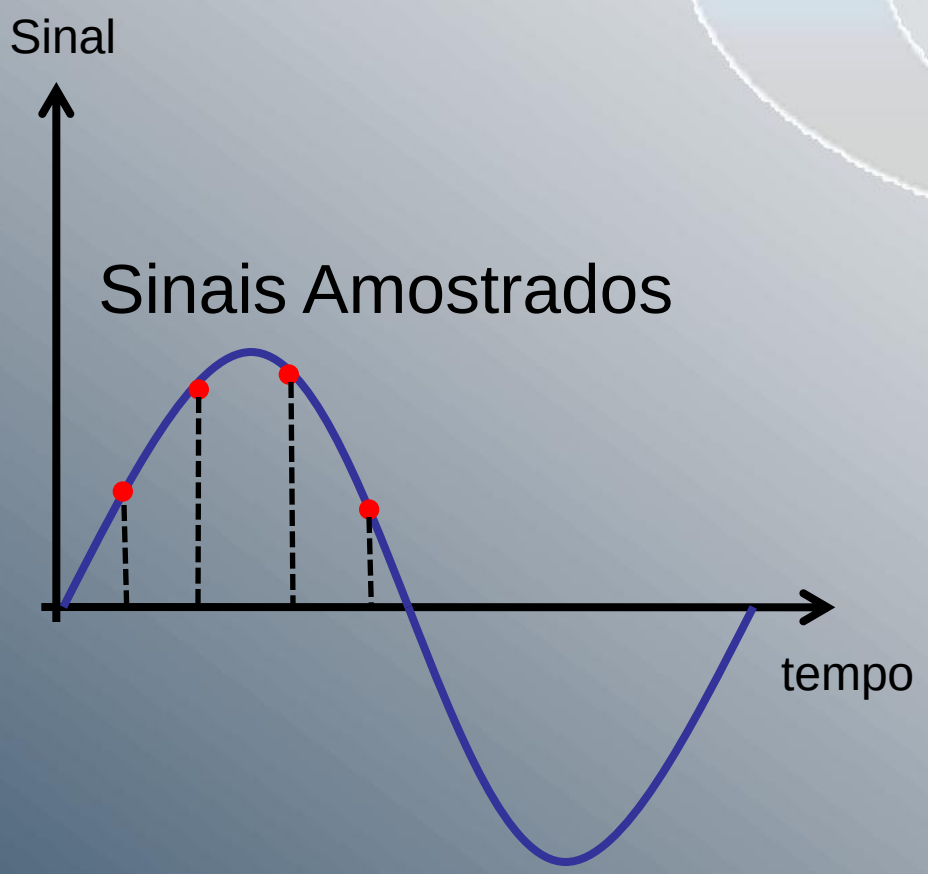
Múltiplos ASDU



- **APDU** - Application **Protocol** Data Unit
- **ASDU** - Application **Service** Data Unit

- **Dependendo da Taxa de Amostragem**

Amostras x Frame



Ou

MSG

Uma amostra

MSG

Conjunto de Amostras

Tipos de Implementação

- **TC / TP Ópticos**
  - Necessidade de **Troca** dos TC´s/TP´s Atuais
  - Evita Saturação

- **Conversores A/D**
  - **Digitalizando** os valores de secundário
  - Permite **manter** os TC´s/TP´s atuais
  - **Diminui Burden**: Diminui Possibilidade Saturação

Estagio Atual

- **Diferentes Implementações** da Norma
- **Duas** Vertentes
- 2004 **Guia de Implementação UCA**
- 2008 Lançamento Process Bus **Hard Fiber**

- **9-2LE x Process Bus Hard Fiber**
- Interoperabilidade?

Comparativo

	Norma IEC 61850	9-2 LE	Hard Fiber Brick
Taxa de Amostragem (60Hz)	P3: 1920 samples/s **32ppc** M3: 12000 samples/s **200ppc**	Prot.: 4800 samples/s **80ppc** Med.: 15360 samples/s **256ppc**	Prot. 7680 samples/s **128ppc**
	Não define a quantidade de frames / segundo	Prot 1ASDU -> **4800** frames/s Med 8ASDU ->**1920** frames/s	8ASDU -> **960** frames/s
Mecanismo de Sincronismo	**Não define**	**1PPS** transmitido por fibra óptica	Msg **GOOSE** enviadas pelo IED

Comparativo

	Norma IEC 61850	**9-2 LE**	**Hard Fiber Brick**
Precisão fonte do sinal de Sincronismo	P3/M2/M3: ±**1us**	±**1us**	IRIG-B ou Outra (±**1us**)
Sample Count (SmpCnt)	**Incrementar** a cada amostra; **zerar** a cada pulso de sincronismo	**Incrementar** a cada amostra; **zerar** a cada pulso de sincronismo	**Não usa**, sempre zero. Utiliza em seu lugar o **SmpNum**
Número de ASDU's por APDU	Depende do Sample Rate, porém **não especifica**	smpRate = **80** →**1** ASDU smpRate = **256** → **8** ASDU's	**8** ASDU's "**F**" + **1** ASDU "**S**"

Comparativo

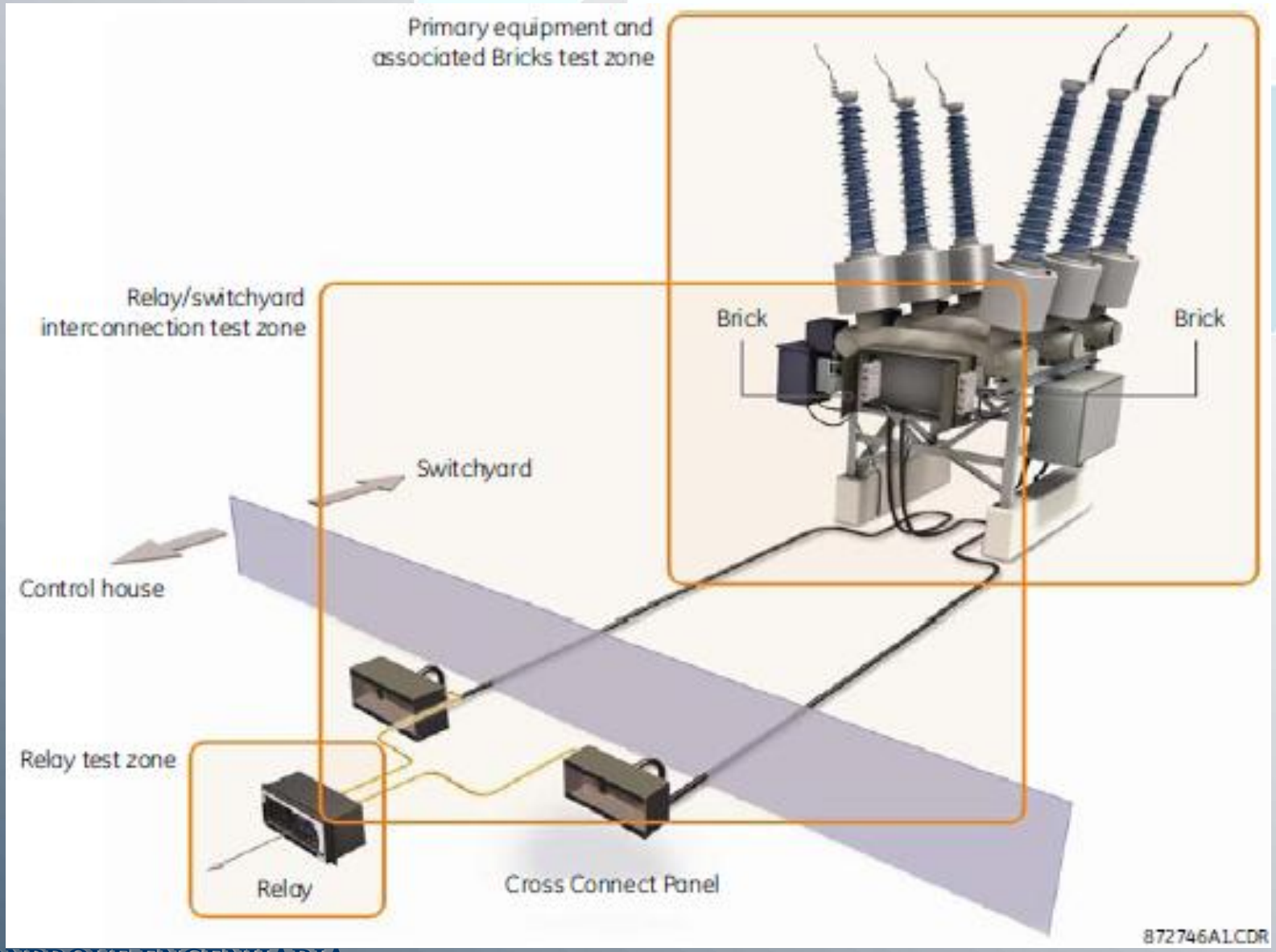
	Norma IEC 61850	9-2 LE	Hard Fiber Brick
Quality	**Quality Bits**	Quality Bits + **Derived**	**Diagnosticts** (ASDU "**S**")
Camada Física	Recomenda **100Base-FX (ST)** **Permite o uso de novas tecnologias**	Recomenda **100Base-FX (ST)** Únicas Alternativas **100Base-FX (MT-RJ)** **100Base-TX (RJ-45)**	**100Base-BX** Com conector **LC**
Rede	**Com chaveamento**, atraso não determinístico	**Com chaveamento**, atraso não determinístico	Direta, **Sem chaveamento**, atraso determinístico

Testes

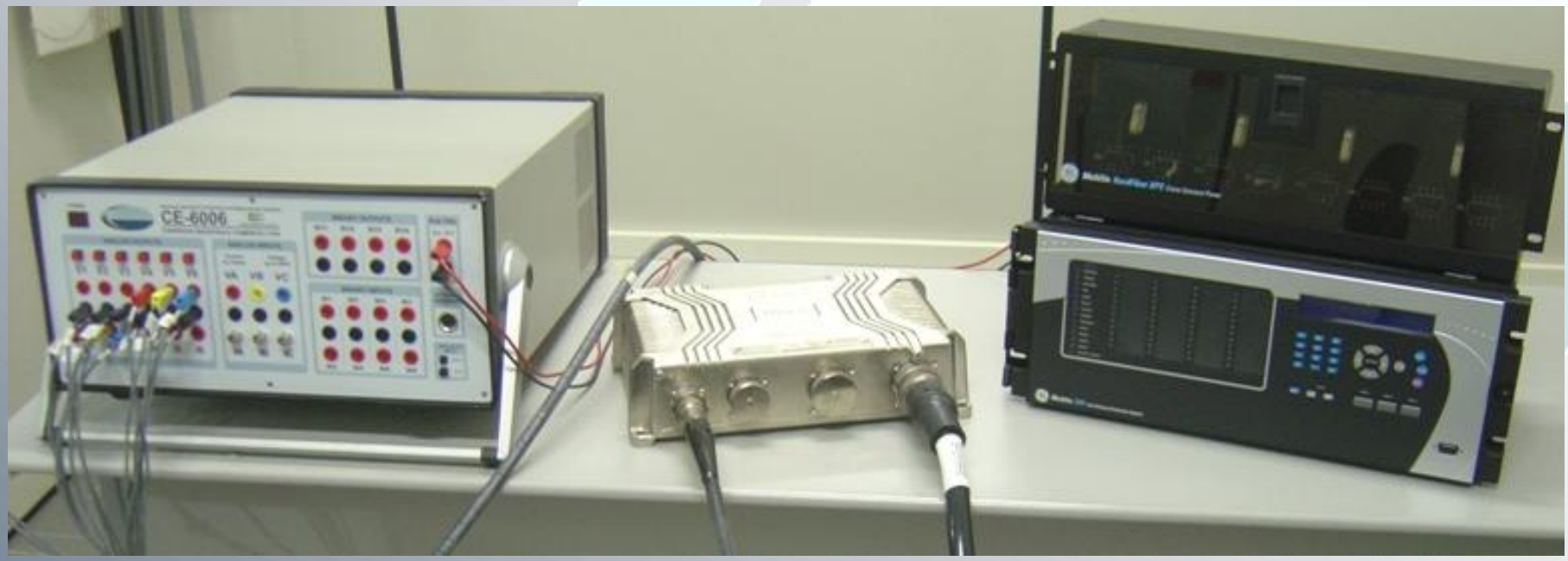
- **HardFiber** Brick: MU **comercial** disponível
- **Não disponível** MU em **9-2LE**

- Avaliar Performance (**Analógico x SV**)
- Testar das **duas maneiras**
- **Comparar** Resultados

Process Bus Hard Fiber



1 IED GE D60, 1 Process Bus HardFiber (1 Brick + 1 Cross Connect Panel) e 1 Mala de Testes CE-6006 Conprove



CT / VT Analógico *(8L)*

61850 Process Card *(81)*

Diagramas

1° Teste: Analógico

Cabeamento de Cobre

2° Teste: HardFiber

Cabeamento de Cobre **Fibra Óptica**

Testes Realizados / Objetivos

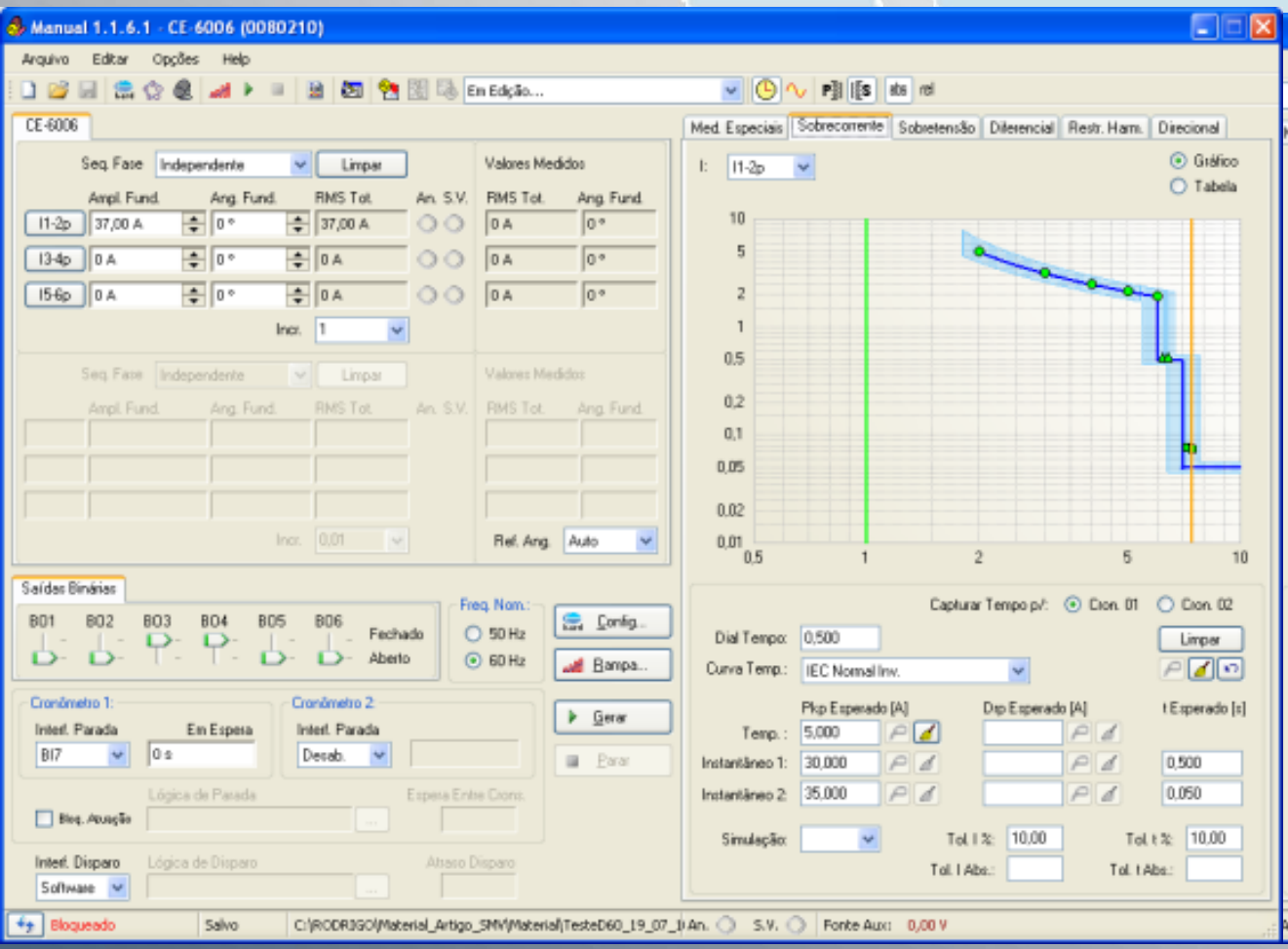
10 Testes em Cada Ponto, fez-se a **média**

Comparação: Avaliação dos Resultados

Sobrecorrente:

- **(51 / PTOC):** Dial de Tempo = 0,5; Pick up = 5A ; Curva: IEC Normal Inversa (IEC curva A)
- **(50-1 / PIOC):** 30 A; 500ms
- **(50-2 / PIOC):** 35 A; 50ms

Telas de Testes



Resultados dos Testes

Função	Corrente	CT/VT Analógico [T1] (ms)	HardFiber Brick [T2] (ms)	T1 - T2 (ms)
51(PTOC)	10A	5044,700	5029,700	15,000
	15A	3176,300	3186,400	-10,100
	20A	2506,600	2521,000	-14,400
	25A	2155,500	2165,300	-9,800
	30A	1937,200	1944,800	-7,600
50-1(PIOC)	31A	525,809	527,237	-1,428
	32A	525,127	526,112	-0,985
50-2(PIOC)	36A	76,018	77,104	-1,086
	37A	75,366	76,671	-1,305

Conclusões

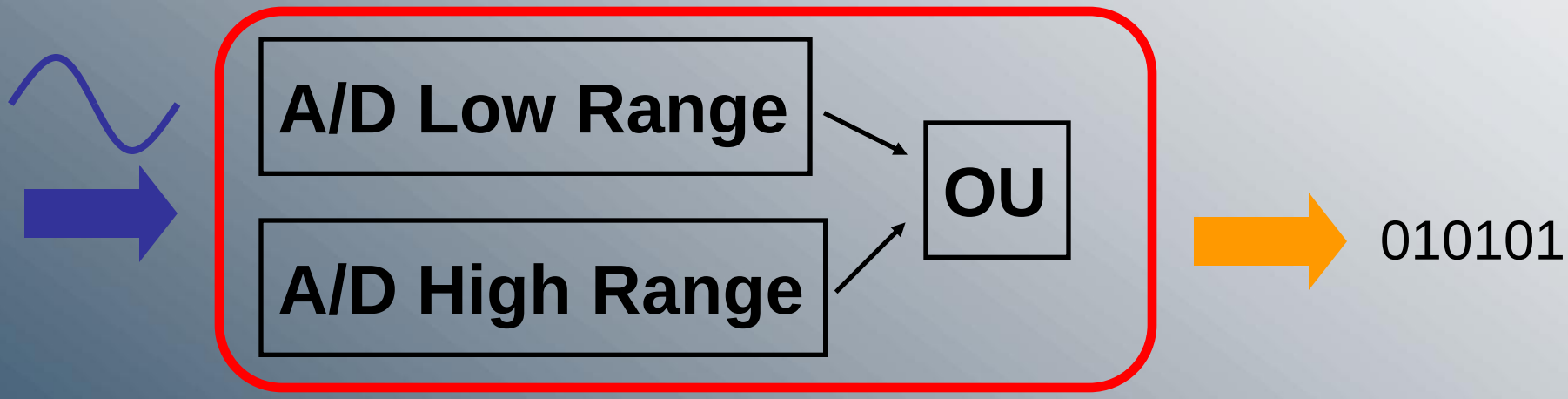
- **CT/VT x Sampled Values**
  - Temporizada: ±10ms diferença
  - Instantânea: ±1ms diferença
- **Menor que um ciclo**; Pouco ou Nada afetado
- Substituição Fiação Cobre » **Eficaz**
- Problema: **Falta de Padronização**
- **HD-DVD x Blu Ray**

EXTRAS

Questão Range Conversor A/D

CT/VT (Analógico)

HardFiber Brick



Exemplo Msg SV

teste.txt - Wireshark

File Edit View Go Capture Analyze Statistics Telephony Tools Help

Filter: Expression... Clear Apply

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Info
10	0.0001210	Iec-Tc57_04:01:ff	Iec-Tc57_04:00:00	IEC61850 Sampled Values	
11	0.0001210	Iec-Tc57_04:01:ff	Iec-Tc57_04:00:00	IEC61850 Sampled Values	

```
⊟ IEC61850 Sampled Values
    APPID: 0x4000
    Length: 109
    Reserved 1: 0x0000 (0)
    Reserved 2: 0x0000 (0)
  ⊟ savPdu
      noASDU: 1
    ⊟ seqASDU: 1 item
      ⊟ ASDU
          svID: CONPROVE_01
          smpCnt: 3241
          confRef: 1
          smpSynch: Unknown (-1)
        ⊟ PhsMeas1
            value: -221896
          ⊞ quality: 0x00001000, validity: good, source: process, operator blocked
            value: -2330992
          ⊞ quality: 0x00001000, validity: good, source: process, operator blocked
            value: 2552888
          ⊞ quality: 0x00001000, validity: good, source: process, operator blocked
            value: 0
          ⊞ quality: 0x00005000, validity: good, source: process, operator blocked
            value: -421602
          ⊞ quality: 0x00001000, validity: good, source: process, operator blocked
            value: -4428885
          ⊞ quality: 0x00001000, validity: good, source: process, operator blocked
            value: 4850487
          ⊞ quality: 0x00001000, validity: good, source: process, operator blocked
            value: 0
          ⊞ quality: 0x00005000, validity: good, source: process, operator blocked
```

```
0020  5e 30 5c 80 0b 43 4f 4e  50 52 4f 56 45 5f 30 31   ^0\..CON PROVE_01
0030  82 02 0c a9 83 04 00 00  00 01 85 01 ff 87 40 ff   ........ ......@.
0040  fc 9d 38 00 00 10 00 ff  dc 6e 90 00 00 10 00 00   ..8..... .n......
0050  26 f4 38 00 00 10 00 00  00 00 00 00 00 50 00 ff   &.8..... .....P..
0060  f9 91 1e 00 00 10 00 ff  bc 6b ab 00 00 10 00 00   ........ .k......
```

VisibleString (sv.svID), 11 bytes | Packets: 4000 Displayed: 4000 Marked: 0 Load time: 0:00.671

Muito Obrigado!

Paulo Sérgio Pereira Júnior

CONPROVE
ENGENHARIA

www.conprove.com.br