



**XXII SNPTTE  
SEMINÁRIO NACIONAL  
DE PRODUÇÃO E  
TRANSMISSÃO DE  
ENERGIA ELÉTRICA**

BR/GPC/18  
13 a 16 de Outubro de 2013  
Brasília - DF

**GRUPO - V**

**GRUPO DE ESTUDO DE PROTEÇÃO, MEDIÇÃO, CONTROLE E AUTOMAÇÃO EM SISTEMAS DE POTÊNCIA - GPC**

**APLICAÇÃO DA “MERGING UNIT” SEGUNDO A NORMA IEC 61850-9-2 A PLANTAS ELÉTRICAS EXISTENTES**

Ângelo Mibielli(\*)  
ITAIPU

Maurício Menon  
ITAIPU

Jorge Andres Silva Stransky  
ITAIPU

João Luiz Fritsch de Verney  
ELETROSUL

Roniere Henrique de Oliveira  
ELETROSUL

Túlio Luiz dos Santos  
ELETROSUL

**RESUMO**

A NORMA IEC 61850 é uma realidade em diversas plantas elétricas e também na ITAIPU Binacional, como nos recentes projetos da Subestação Margem Direita – SEMD e na Subestação Villa Hayes – SEVH, próxima à Assunção. Estes novos empreendimentos devem conviver com sistemas elétricos existentes. Tanto na SEMD como na SEVH não será aplicada a tecnologia proposta pela Norma IEC 61850-9-2 “Sampled values over ISO/IEC 8802-3”, sobre utilização de um barramento de processo, com equipamentos “Merging Unit” transferindo dados de tensão, corrente, posição e estados de equipamentos através de uma rede *Ethernet* a diversos IEDs de controle e proteção utilizados nestes projetos.

A “Merging Unit”, segundo a norma IEC 61850-9-2, ainda está muito aquém da necessidade das plantas elétricas. Em diversos seminários e congressos é debatido sobre a utilização da mesma como alternativa tecnológica para plantas elétricas. Alguns fabricantes têm desenvolvido produtos que aderem parcialmente a Norma IEC 61850 e a sua versão mais específica sobre o barramento de processo IEC61850-9-2. Por serem parcialmente aderentes à norma, tais fabricantes têm aplicado soluções proprietárias em seus equipamentos, impedindo assim as vantagens apresentadas pela norma dentre as quais a interoperabilidade. Muitas destas soluções são decorrentes da falta de definições claras pela norma IEC 61850 para a “Merging Unit”, sua aplicação em plantas elétricas existentes e como deverá ser a adequação da mesma. Desta forma, será possível ou viável aplicá-la nas plantas elétricas existentes?

**PALAVRAS-CHAVE**

IEC61850, IEC 61850-9-2, Plantas Elétricas, Subestações, Usinas Hidroelétricas, Merging Unit.

**1.0 - INTRODUÇÃO**

O presente trabalho tem como objetivo apresentar os principais conceitos e características técnicas de uma Merging Unit aplicada em subestações. A metodologia deste trabalho é a análise física da topologia de um BAY em uma subestação existente, destacando as vantagens e desvantagens destes equipamentos neste tipo de aplicação, dificuldades observadas e suas limitações. A análise técnica deste equipamento pode contribuir substancialmente para o seu desenvolvimento, moldando-a para necessidades de subestações existentes, uma vez que estes equipamentos ainda se encontram em fase de desenvolvimento.

(\*) Rod. Virgílio Várzea, n° 1510 – Apto 301 - Bl. I – Saco Grande – CEP 88.032-001 Florianópolis, SC, Brasil  
Tel: (+55 45) 3520-3636 – Email: mibielli@itaipu.gov.br

## 2.0 - MERGING UNIT

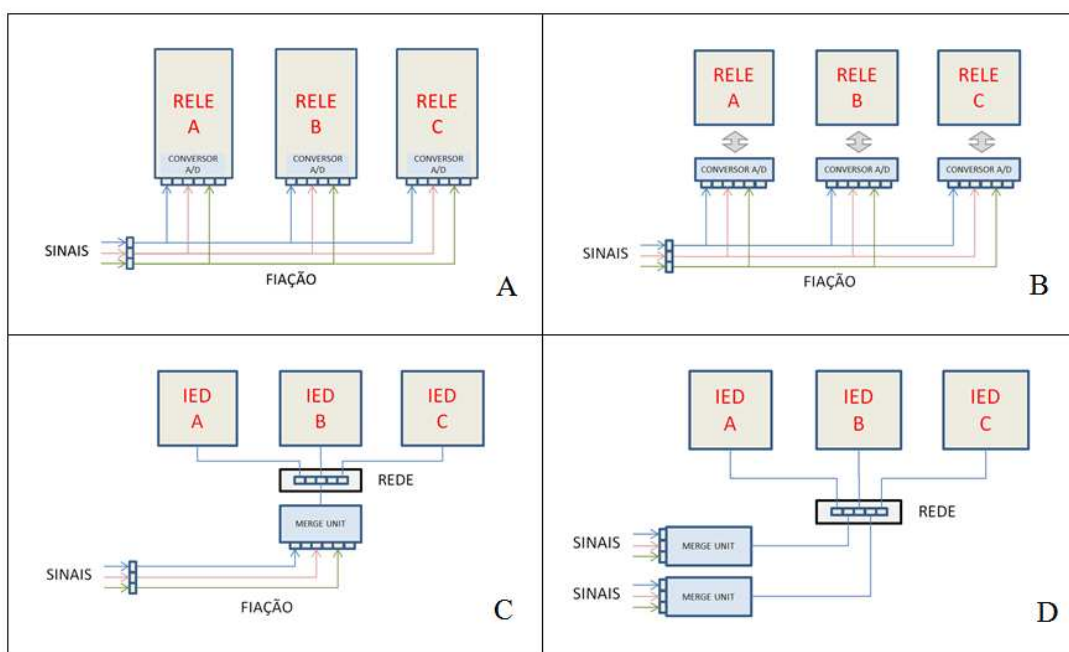
### 2.1 Conceito

“Merging Unit” é o equipamento preconizado pela norma IEC 61850-9-2 para prover dados em uma rede de IEDs fornecendo sinais contínuos (dados analógicos) e sinais discretos (estados ou dados digitais), através de uma rede *Ethernet* em fibra óptica ou convencional, dependendo das características e do ambiente aplicado. A tecnologia de uma “Merging Unit” inova na:

- Redução do cabeamento elétrico;
- Isolação óptica dos equipamentos de Alta Tensão;
- Virtualização do cabeamento;
- Verificação da integridade do cabeamento em tempo real;

### 2.2 Análise Evolutiva

Exemplifica-se com um sistema baseado em relés digitais microprocessados no qual a topologia de entradas de sinais é feita através de fiação distribuída nos vários relés, comumente aplicado hoje (Figura 1A).



FIGURAS 1A, 1B, 1C e 1D – Evolução conceitual da Merging Unit

### 2.3 Características de uma Merging Unit

As características de uma “Merging Unit” podem ser assim simplificadas conforme apresentado na Figura 2.

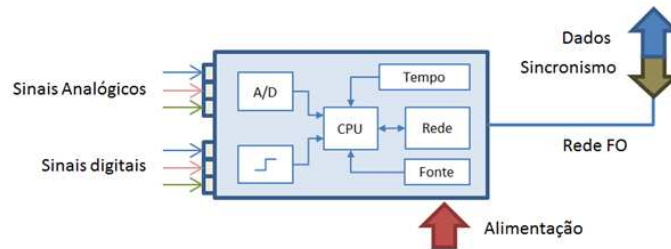


FIGURA 2 - Características de uma Merging Unit

A Merging Unit pode ser então definida como um equipamento de transdução de sinais contínuos (sinais analógicos) e/ou sinais discretos (estados ou dados digitais) dos equipamentos do campo para o barramento de rede *Ethernet* padronizado pela norma IEC 61850 e conhecido como barramento de processo onde estão conectados os IEDs (*Intelligent Electronic Devices*) que utilizam os sinais obtidos na rede para suas funções específicas de proteção, controle e automatismos.

As características internas de uma Merging Unit devem contemplar conversores analógicos-digitais, transdutores de sinais, processamento destes sinais incluindo o sinal de sincronismo de tempo, além de disponibilizar o mesmo em um frame de rede *Ethernet* padronizado. Todos estes blocos de processamento, transdução e conversão de sinais devem ser alimentados por uma fonte independente ou não do sinal de entrada. É importante salientar que as características externas da Merging Unit devem suportar todas as intempéries e nuances do meio ambiente no qual a mesma estiver inserida, bem como possuir isolações adequadas.

### 2.4 Exemplos de Merging Unit

Em LELYS[1] são apresentados alguns modelos disponíveis de Merging Units (MU) e suas correspondentes características técnicas:

- a. NMU – *Numerical Merging Unit* ou Merging Unit numérica, aplicado na interface de TC e TP não convencionais (NCIT) para IEC 61850-9-2 LE:
  - *Process Bus Dual Ethernet board* (porta fibra óptica);
  - *Station Bus Dual Ethernet board* (portas fibra óptica);
  - Sincronização 1pps e/ou IEEE1588;
  - Até 03 TC (fase A,B,C);
  - Até 03 TP (fase A,B,C);
  - 02 contatos *watch dogs*;
  - 02 Fontes de alimentações DC para fontes externas redundantes;
  - Faixa de temperatura operativa: -40°C +85°C.
- b. AMU – *Analog Merging Unit* ou Merging Unit analógica, cuja aplicação é para TC e TP convencionais ou tradicionais para IEC 61850-9-2 LE:
  - *Process Bus Dual/PRP Ethernet board* (MTRJ fibra);
  - Sincronização conforme norma IEEE1588 (não 1pps);
  - 04 TC (fase A,B,C, N) - 1 & 5 A;
  - 04 TP (fase A,B,C, N);
  - 02 contatos *watch dogs*;
  - 01 Fonte de alimentação universal (AC/DC) não redundante;
  - Faixa de temperatura operativa: -40°C +85°C.
- c. DMU – *Digital Merging Unit* ou Merging Unit digital, cuja aplicação é para realizar interface entre Disjuntor e/ou Seccionadoras para IEC 61850-8-1:
  - Interface de disjuntor e/ou seccionadoras para IEC 61850-8-1 (mensagem GOOSE);
  - *Broadcast GOOSE* da posição de disjuntor e seccionadora;
  - Até 16 *Virtual Outputs* “dentro” da mensagem GOOSE;
  - Mensagem (*subscribe GOOSE*) para comandar o disjuntor;
  - Até 64 *Virtual Inputs* para até 64 IEDs (GOOSE);
  - Portas *Ethernet* dual (MTRJ fibra);
  - IEEE1588 sincronização;
  - 08 contatos de saída (DO) de alta velocidade e *high break*;

- 16 entradas digitais ópticas (DI);
- 02 contatos *watch dogs*;
- 01 Fonte de alimentação universal (AC/DC) não redundante;
- Faixa de temperatura operativa: -40°C +85°C.

## 2.5 Topologia para Merging Units

São muitos os lugares possíveis para a instalação de uma Merging Unit, depende da evolução e desenvolvimento das tecnologias aplicadas à mesma. Na figura abaixo são apresentados os possíveis locais para instalação da Merging Unit em uma subestação.

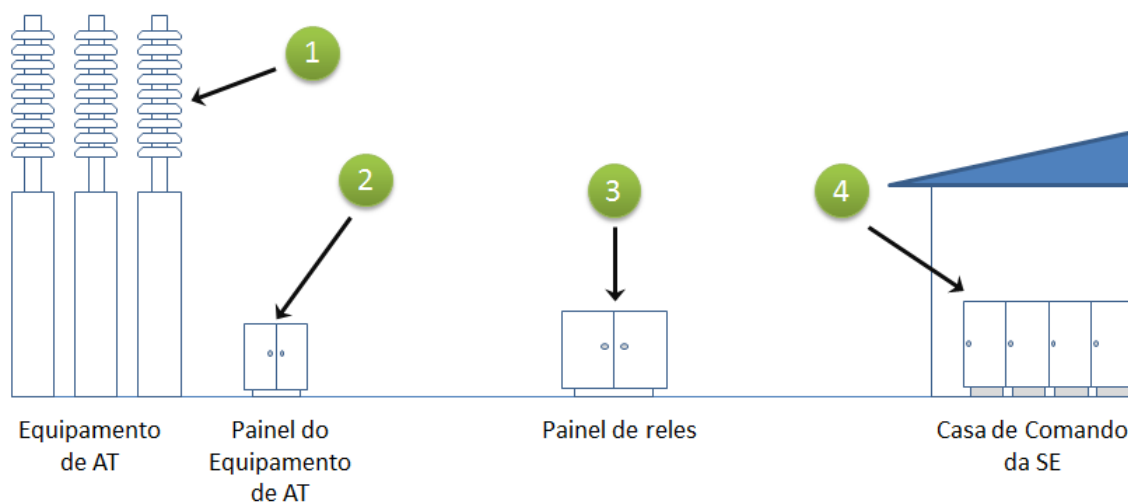


FIGURA 3 - Possíveis pontos de Instalação para uma Merging Unit

Considere os seguintes pontos:

**Ponto 1:** Merging Unit instalada dentro do equipamento de Alta Tensão, não sendo possível o acesso ao mesmo com equipamento energizado, possivelmente devem ser aplicadas as NMUs ou incorporadas pelo fabricante do equipamento de AT;

**Ponto 2:** As Merging Units instaladas neste ponto recebem os sinais dos equipamentos de AT já com níveis adequados de tensão, aqui podem ser instalados todos os tipos de Merging Units;

**Ponto 3:** No caso de grandes SEs nas quais seja necessário muitos equipamentos os painéis de relés são um ponto interessante para o agrupamento de Merging Units. Neste caso, o cabeamento de cobre chega somente até estes painéis de relés;

**Ponto 4:** As Merging Units são instaladas na Casa de Comando da Subestação junto ao painel de interface do cabeamento de campo, neste caso o cabeamento de cobre vai até a casa de comando;

Cada ponto em específico é válido para a instalação de uma Merging Unit, contudo observa-se pontos críticos ao cruzar o ponto de sua instalação às suas características técnicas veja na tabela abaixo:

Tabela 1- Pontos Críticos de uma MUs

Processamento dos Sinais	A Merging Unit deve ter capacidade para processar sinais com taxas de amostragem conforme indicado na norma IEC61850-9-2 LE e garantindo o desempenho dos IEDs que nelas estiverem conectados;
Módulo da MU	Merging Unit dividida em módulos. Normalmente dividida em dois ou mais módulos com interfaceamento proprietário entre as partes;
Sinais a serem processados	A quantidade de sinais de entrada analógicas e digitais impactam diretamente o poder de processamento e o controle de rede;
Isolação e Interferência Eletromagnética	Os circuitos eletrônicos e de processamento digital devem ser acondicionados de forma a garantir uma isolação dos circuitos de alta tensão bem como as possíveis interferências eletromagnéticas;

Conectividade	A rede óptica que interliga as merging units deve garantir o funcionamento mesmo na possível falha de uma das Merging Units. A topologia de rede deve ser redundante, seja ela em anel ou estrela, garantindo robustez e confiabilidade ao sistema; A conectividade óptica convencional com distribuidor óptico e <i>switches</i> no campo pode não ser adequada às necessidades do campo da SEs.
Alimentação das MUs	Para garantir uma isolamento entre as partes é importante que o circuito de alimentação seja de uma fonte isolada e independente da fonte dos IEDs;
Conversor A/D	Exemplo típico são os Transformadores de Corrente com secundário para Proteção e Secundário para Medição. Na proteção o conversor A/D deve garantir em sua entrada uma medida de até 20 PU e na medição é necessário somente 2 PU.
Meio Ambiente e Grau de Proteção	Intempérie ambiente, tais como, a temperatura em que a Merging Unit estiver submetida, bem como o adequado grau de proteção de seu gabinete ou painel.



São vários os desafios a serem vencidos, estes são apenas alguns pontos observados, podendo haver outros tão críticos quanto estes.

Veja o mapa de análise comparativa dos pontos de instalação de uma Merging Unit comparados a de uma instalação convencional na tabela abaixo:

Tabela 2- Comparativo de Pontos de Instalação de MUs x Cabeamento

	Merging Unit Ponto 1	Merging Unit Ponto 2	Merging Unit Ponto 3	Merging Unit Ponto 4	Cabeamento Convencional
Permite Isolação do Sinal no Campo	Sim	Sim	Sim	Não	Não
Referência de Sinal igual para os IEDs	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
Atenuação de sinal	Não	Não	Não	Sim	Sim
Necessária alimentação para Funcionar	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
Detecta falha da conexão do sinal	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
Acesso para Manutenção	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
Acesso para Medição	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
Número maior de conexões	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
Utilização do cabeamento elétrico em uma SEs existentes	Nada	Parcial	Parcial	Todo	Sim
Aplicável a SE existente	Não (*)	Sim (**)	Sim (**)	Sim	Sim

Avaliação:

-  Item em verde avaliado como positivo  
 Item em vermelho avaliado como Negativo

(\*) Custo muito elevado;

(\*\*) Custo Alto;

### 3.0 - APLICAÇÃO DA MERGING UNIT NA ITAIPU BINACIONAL

Supondo que todas as tecnologias apresentadas estejam disponíveis no mercado e que as restrições também tenham sido vencidas, propõe-se a disposição de Merging Unit para um BAY existente da SEMD – Subestação Margem Direita da ITAIPU Binacional. O BAY escolhido é de 220 kV.

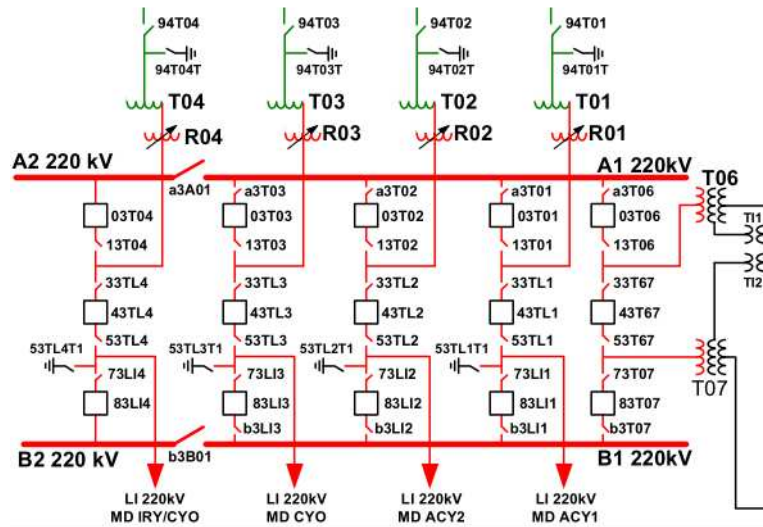


Figura 4 – Unifilar do BAY

O BAY escolhido para nossa análise foi o do Transformador T1 com saída para a linha LI 220 kV MD ACY1. Os equipamentos de AT deste BAY são: 3 disjuntores de 220 kV, 9 Transformadores de corrente de 220 kV, 6 seccionadoras de 220 kV y 3 Divisor Capacitivo de Potencial na saída de Linha. Atualmente este BAY é monitorado com relés eletrônicos.

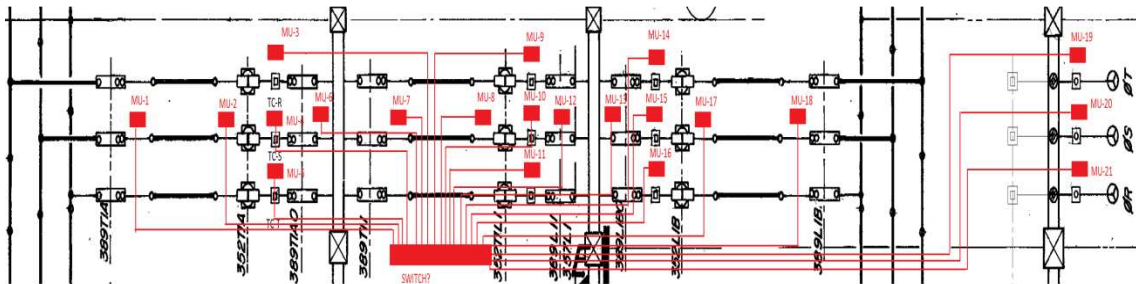


Figura 5 – Merging Units instaladas no Ponto 2, rede óptica em estrela

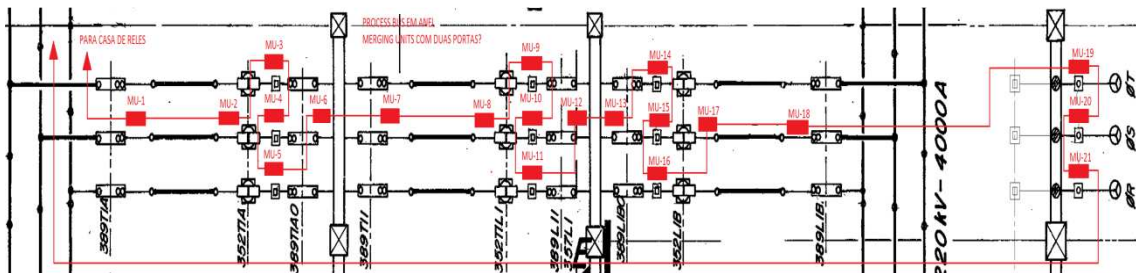


Figura 6 - Merging Units instaladas no Ponto 2, rede óptica em anel no campo

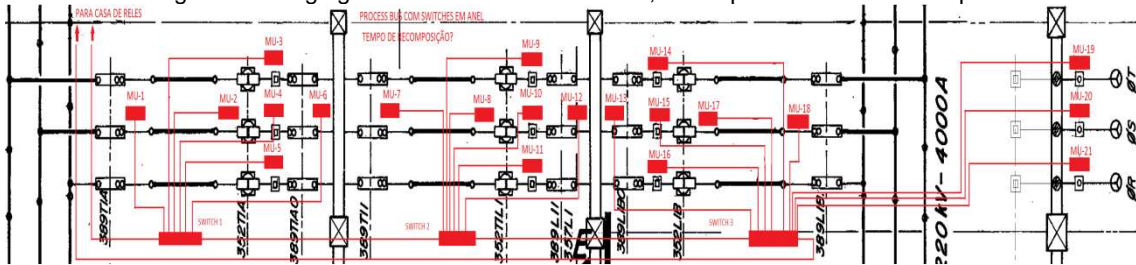


Figura 7 - Merging Units instaladas no Ponto 2, rede óptica em estrela segmentada

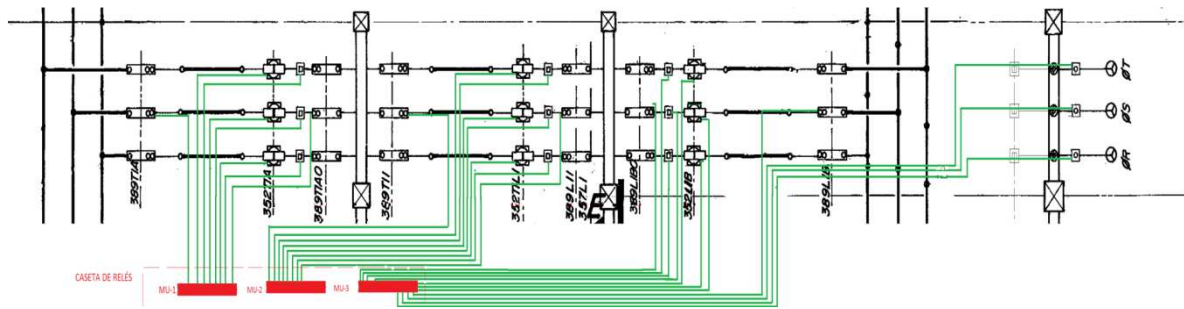


Figura 8 – Merging Units instaladas no Ponto 3 com cabeamento de cobre até o equipamento de AT

#### 4.0 - RESULTADOS ESPERADOS DESTA TECNOLOGIA

Na aplicação de Merging Unit em subestações existentes podemos analisar os seguintes resultados esperados:

- Os pontos 2 e 3 são inicialmente os mais adequados para instalar as MUs na atual tecnologia existente;
- A redução de cabeamento elétrico permite reduzir a carga dos transformadores de corrente, pois os IED's são de baixo consumo e não representam uma carga significativa. A redução de carga dos TC's em uma subestação existente implica em aumentar o nível de curto circuito;
- Monitoração do cabeamento detectando possíveis falhas: Podemos exemplificar que em sistemas em que se monitora estados quando o estado está em zero (sem sinal) não se pode detectar se é um sinal real ou cabeamento rompido;
- Aumento da segurança através da isolamento, uma vez que o secundário dos equipamentos de alta tensão chega aos IEDs e aos RELES de forma óptica. Evitando a abertura de secundários de TC's nos equipamentos servidos pelas MUs;

#### 5.0 - CONCLUSÃO

O uso desta tecnologia só trás vantagens se os equipamentos de controle, automação e proteção estiverem compatíveis com o barramento de processo (IEC61850-9-2) em através de conexão óptica e sendo interoperáveis com diversos fabricantes.

Pode-se concluir que o estado atual da arte do desenvolvimento das Merging Units, não permite as topologias propostas em razão das restrições apresentadas e das limitações da IEC 61850. Atualmente existem fabricantes que aderem parcialmente à norma IEC 61850-9-2 para Merging Units instaladas no campo (Pontos 2 e 3 – Figura 3), porém a topologia de rede destes equipamentos é restritiva e proprietária. Outros fabricantes têm desenvolvido o conceito da Merging Unit, mas para instalação abrigada (casos dos Pontos 3 e 4 – Figura 3, principalmente 4). Em breve estará disponível MUs para a instalação no ponto 2 e totalmente aderentes a Norma IEC61850-9-2;

Todos os pontos de instalação avaliados para uma Merging Unit em uma subestação existente são válidos, contudo os benefícios apresentados não parecem ser justificativas suficientes para vencer os custos de uma implantação.

A tecnologia disponível atualmente indica que a aplicação mais recomendada em uma Subestações Existentes é instalar as Merging Units no Ponto 3 – Em um painel com respectivo IP de proteção, ou mesmo em um container "Shelter" abrigando os equipamentos, sem, contudo deixar de observar todos os pontos críticos mencionados anteriormente.

Quanto à análise evolutiva, a Merging Unit não deveria ser apenas um equipamento passivo para obtenção de dados no campo, mas sim parte do sistema, com saídas para atuações digitais ou analógicas. Mas neste caso recomenda-se, primeiro, que seja consolidada a sua função básica.

## 6.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (01) IEC 61850-9-2, Edition 1.0 2004-04 – Communication networks and systems in substations - Part 9-2: - Specific Communication Service Mapping (SCSM) - Sampled values over ISO/IEC 8802-3.
- (02) IEC 61850-7-4, Edition 1.0 2003 - Basic communication structure for substation and feeder equipment - Compatible logical node classes and data classes.
- (03) LELLYS, Denys, et al - Merging Unit (barramento de processo): Nova Tecnologia e Impacto na Automação de Subestações, IX SIMPASE, 14 a 17 de agosto de 2011 - Curitiba – Paraná
- (04) Projeto Merging Unit IEC 61850 – Fundação Parque Tecnológico Itaipu - FPTI. Procedimentos de Teste de Validação da MU-PTI. Foz do Iguaçu, FPTI: 2011.
- (05) Projeto Merging Unit IEC 61850 - Fundação Parque Tecnológico Itaipu - FPTI. Especificação de Software IEC 61850. Foz do Iguaçu, FPTI: 2011.
- (06) Projeto Merging Unit IEC 61850 - Fundação Parque Tecnológico Itaipu - FPTI. Pesquisa Bibliográfica sobre IEC 61850 e levantamento de MU's disponíveis no mercado. Foz do Iguaçu, FPTI: 2011.
- (07) Projeto Merging Unit IEC 61850 - Fundação Parque Tecnológico Itaipu - FPTI. Especificação detalhada de hardware e software de aquisição. Foz do Iguaçu, FPTI: 2011

## 7.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

Ângelo Mibielli, Engenheiro da ITAIPU Binacional, Brasileiro, Pós Graduado pela UNIOESTE 2010, com ênfase em Automação, Controle e Supervisão do Processo Elétrico Baseado na Norma IEC 61850;

Maurício Menon, Engenheiro da ITAIPU Binacional, Brasileiro, Pós Graduado pela UNIOESTE 2010, com ênfase em Automação, Controle e Supervisão do Processo Elétrico Baseado na Norma IEC 61850;

Jorge Andrés Silva Stransky, Engenheiro da ITAIPU Binacional, Paraguaio, Pós Graduado pela UNIOESTE 2010, com ênfase em Automação, Controle e Supervisão do Processo Elétrico Baseado na Norma IEC 61850;

João Luiz Fritsch de Verne, Engenheiro pela ELETROSUL, formado pela Universidade Federal de Santa Maria.

Roniere Henrique de Oliveira, Engenheiro pela ELETROSUL, Mestrado na Universidade Federal de Santa Catarina 2010, na área de Acionamento Elétrico e Eletrônica de Potência.

Túlio Luiz dos Santos, Engenheiro pela ELETROSUL, Mestrado na Universidade Federal de Santa Catarina 2010, na área de Eletromagnetismo.