



Comité Nacional Paraguayo



Unión de Ingenieros de ANDE

X SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
19, 20 y 21 de setiembre de 2012

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

Ângelo Mibielli, José Quirilos Assis, Maurício Menon, Jorge A. Silva Stransky, José Chiaradia Siqueira, Bruno M. Fontes, Kleber Arrabal e Artur da S. Carrijo

ITAIPU Binacional

Brasil

RESUMEN

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. Entretanto, 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 não será aplicado em ambos 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 e impedindo assim as vantagens apresentadas pela norma, dentre as quais a interoperabilidade.

Sendo que 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. Será possível ou viável aplicá-la nas plantas elétricas existentes?

PALAVRAS CHAVES

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

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem como objetivo apresentar os principais conceitos e características técnicas de uma “*Merging Unit*” aplicada em subestações. Ponto importante neste trabalho é a análise física da topologia para a aplicação de uma “*Merging Unit*” em um BAY de uma subestação existente. Importante destacar as vantagens e desvantagens destes equipamentos neste tipo de aplicação, as dificuldades observadas e suas limitações. Outro objetivo é contribuir para o desenvolvimento “*Merging Unit*” para aplicação em subestações existentes e futuras uma vez que estes equipamentos ainda se encontram em desenvolvimento por diversos fabricantes.

2. 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 (sinais analógicos) e sinais discretos (estados ou sinais digitais), através de uma rede *Ethernet* fibra óptica ou convencional, dependendo das características e do ambiente aplicado, conhecida como barramento de processo.

2.2 Análise Evolutiva

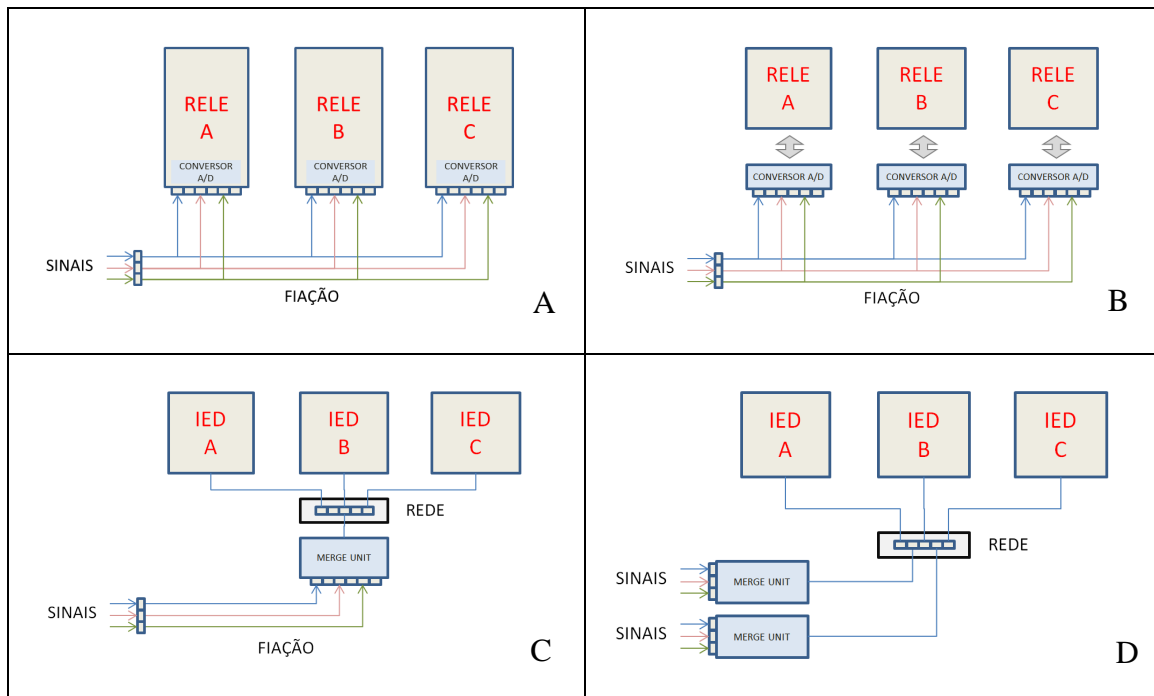


Figura 1 - Evolução conceitual da *Merging Unit*

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). Se separarmos a transdução de sinal destes relés digitais (Figura 1B) e agregarmos uma rede de comunicação entre as partes e mais algumas outras características teríamos a “Merging Unit” conforme a Figura 1C. Mas os relés podem necessitar de sinais distintos do campo como, por exemplo, tensão e corrente. Assim, para agregar mais sinais às demais necessidades dos relés (agora IEDs) teremos, conforme Figura 1D, o barramento de processo definido na norma IEC 61850-9-2.

2.2 Características de uma *Merging Unit*

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

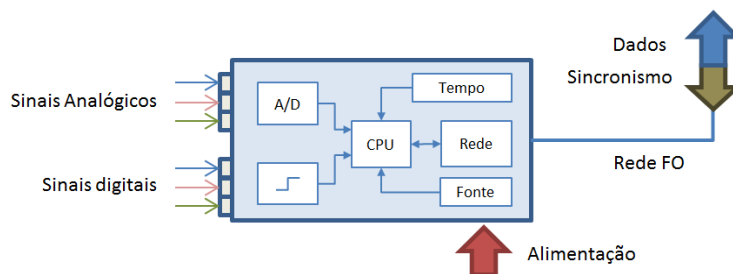


Figura 2 - Características de uma *Merging Unit*

A *Merging Unit* pode ser assim 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.

Uma *Merging Unit* deve contemplar conversores analógicos-digitais, transdutores de sinais, processamento digital de sinais incluindo o sinal de sincronismo de tempo e 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. 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.

2.2 Exemplos de *Merging Unit*

Em LELYS (2011) são apresentados alguns modelos disponíveis de *Merging Units* (MU) e suas correspondentes características técnicas:

NMU – *Numerical Merging Unit* ou *Merging Unit* numérica, aplicado na interface de TC e TP não convencionais (NCIT) conforme 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.

AMU – *Analog Merging Unit* ou *Merging Unit* analógica, para aplicações com TCs e TPs convencionais ou tradicionais conforme 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.

DMU – *Digital Merging Unit* ou *Merging Unit* digital, cuja aplicação é para realizar interface entre Disjuntor e/ou *Secionadoras 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.

2.3 Topologias para *Merging Units*

A diversidade das aplicações 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.

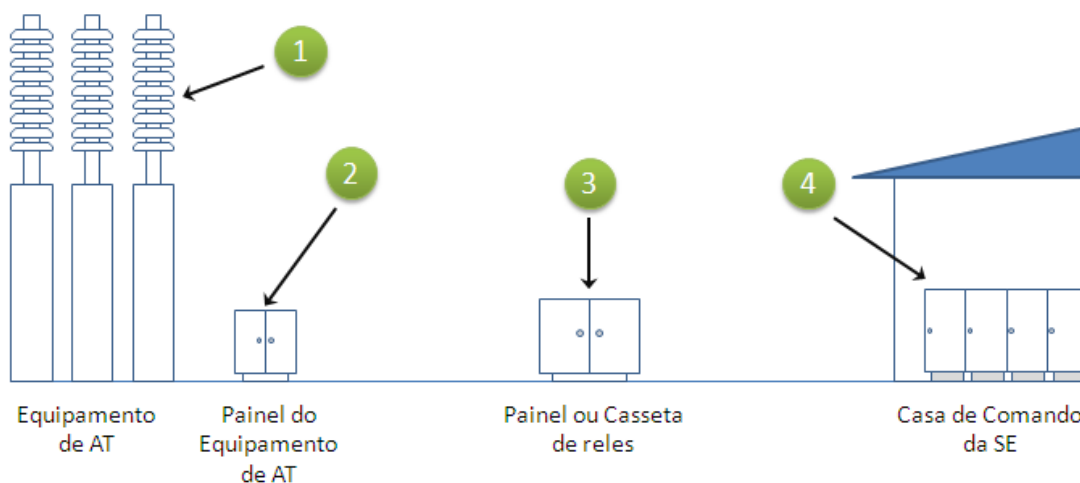


Figura 3 - Possíveis pontos de Instalação para uma *Merging Unit*

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 instaladas todos os tipos de *Merging Units*;

Ponto 3: No caso de grandes SEs nas quais seja necessário muitos equipamentos as cassetas de relés são um ponto interessante para o agrupamento de *Merging Units*. Neste caso, é necessário um cabeamento de cobre do equipamento de AT até essa cassetta 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, tal qual o sistema convencional. Em geral nestes casos a *Merging Unit* está instalada no mesmo painel dos IEDs;

X SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
19, 20 y 21 de setiembre de 2012

Cada ponto em específico é válido para a instalação de uma *Merging Unit*, contudo observam-se pontos críticos cruzando as características técnicas com o ponto de sua instalação veja na tabela abaixo:

Tabela 1- Pontos Críticos de uma MUs

Processamento dos Sinais	A <i>Merging Unit</i> 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	<i>Merging Unit</i> 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 <i>merging units</i> deve garantir o funcionamento mesmo na possível falha de uma das <i>Merging Units</i> . 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 isolação 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 <i>Merging Unit</i> 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 que observamos, podendo haver outros tão críticos quanto estes.

X SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
19, 20 y 21 de setiembre de 2012

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 Isolación 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;

2. APLICAÇÃO DA *MERGING UNIT* A UM *BAY* EXISTENTE

Supondo que todas as tecnologias apresentadas acima estejam disponíveis no mercado e que as restrições apresentadas também tenham sido vencidas, vamos então propor uma disposição de *Merging Unit* para um *bay* de 220 kV existente da Subestação Margem Direita da ITAIPU Binacional (SEMD).

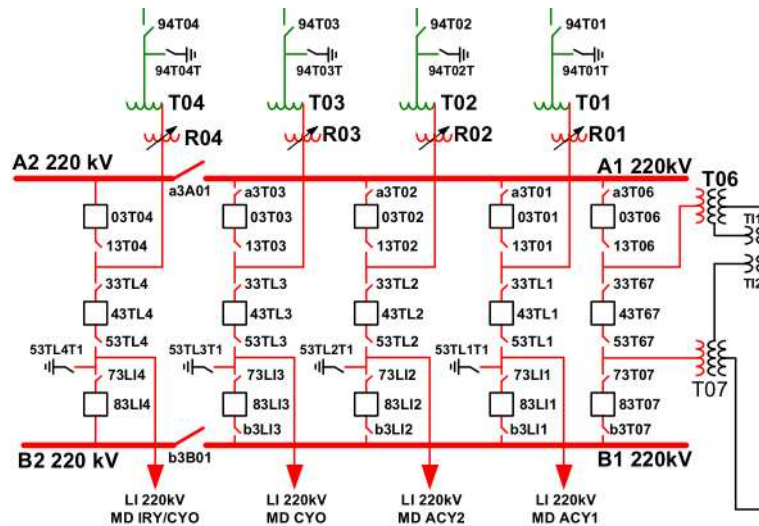


Figura 4 – Unifilar do BAY

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.

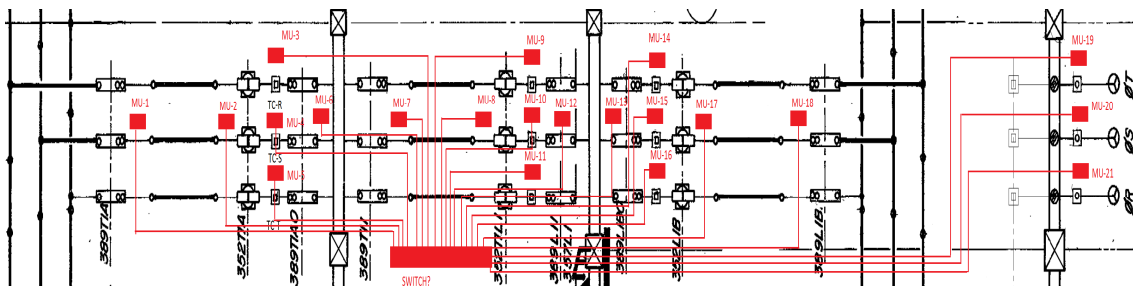


Figura 5 – Merging Units instaladas no Ponto 2 (Figura 3), rede óptica em estrela

X SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
19, 20 y 21 de setiembre de 2012

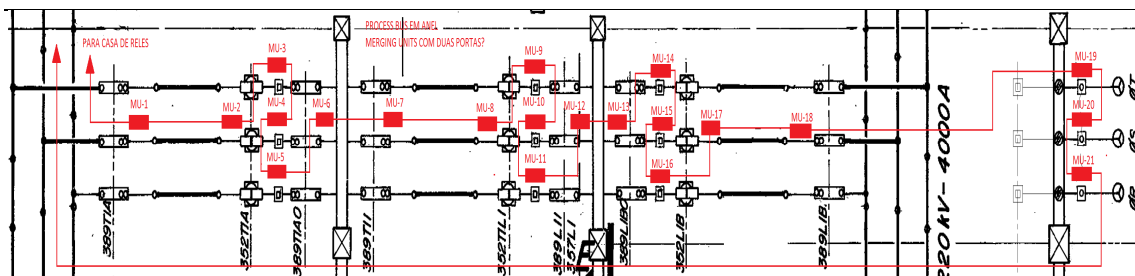


Figura 6 - *Merging Units* instaladas no Ponto 2 (Figura 3), rede óptica em anel no campo

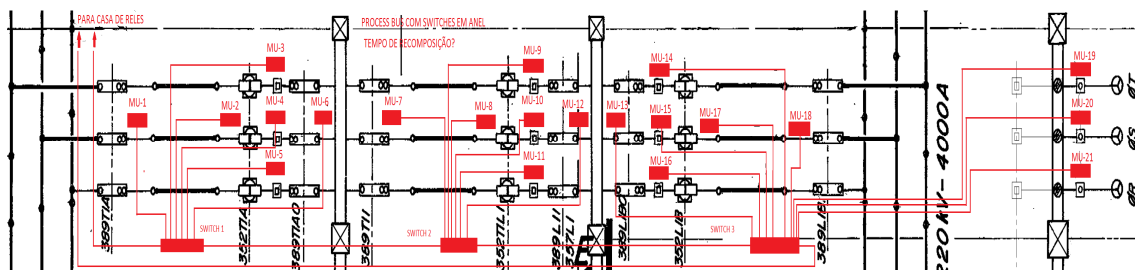


Figura 7 - *Merging Units* instaladas no Ponto 2 (Figura 3), rede óptica em estrela segmentada

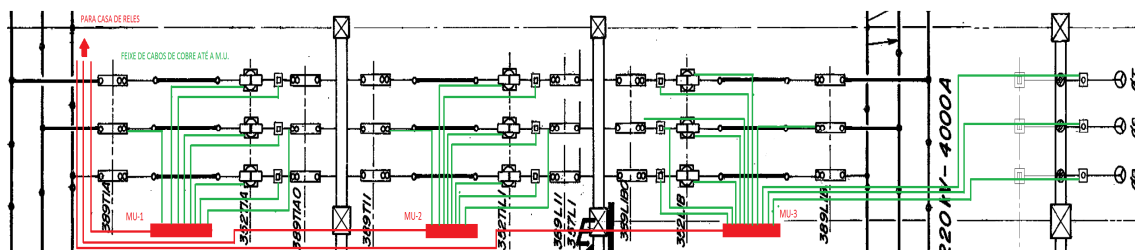


Figura 8 - *Merging Units* instaladas no Ponto 3 (Figura 3) com cabeamento de cobre até o equipamento de AT

3. CONCLUSÃO

Podemos 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. Hoje 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).



X SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
19, 20 y 21 de setiembre de 2012

Ponto importante para completar essa análise seria o custo de implantação do sistema, contudo como não existem hoje no mercado tais equipamentos nossa análise financeira seria apenas referente à construção de uma rede óptica no pátio de uma Subestação.

Todos os pontos de instalação avaliados para a instalação de uma *Merging Unit* em uma instalação existente são válidos, contudo os benefícios apresentados não parecem ser justificativa suficiente para vencer os custos de uma implantação.

A *Merging Unit* não deveria ser apenas um equipamento passivo para obtenção de dados no campo, mas sim parte do sistema como um atuador, como por exemplo, as MU's de transformadores de potencia poderiam enviar diretamente *trip* por atuação do Buchholz, válvula de alívio, etc. Pois a *Merging Unit* será o equipamento com processamento e com rede de comunicação de alto desempenho mais próximo ao equipamento de AT.

4. REFERENCIAS

[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 ali - 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] MIBIELLI, Ângelo, “Proposta de modelagem do sistema de regulação de velocidade das unidades geradoras da ITAIPU Binacional utilizando a norma IEC 61850, funcionalidades do sistema e seus automatismos”. Monografia Pós Graduação – UNIOESTE – Foz do Iguaçu, Paraná, 2010.

[05] Projeto Merging Unit IEC 61850 – Fundação Parque Tecnológico Itaipu - FPTI. Procedimentos de Teste de Validação da MU-PTI. Foz do Iguaçu, FPTI: 2011.

[06] Projeto Merging Unit IEC 61850 - Fundação Parque Tecnológico Itaipu - FPTI. Especificação de Software IEC 61850. Foz do Iguaçu, FPTI: 2011.

[07] 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.

[08] Projeto Merging Unit IEC 61850 - Fundação Parque Tecnológico Itaipu - FPTI. Especificação detalhada de hardware e software de aquisição. Foz do Iguaçu, FPTI: 2011.