



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

FI/GPC/28  
18 a 21 de Outubro de 2015  
Foz do Iguaçu - PR

**GRUPO – V**

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

**PERSPECTIVA DE APLICAÇÃO DA MERGING UNIT E DO BARRAMENTO DE PROCESSO (IEC 61850-9-2 LE) NO CAMPO DAS PROTEÇÕES DIFERENCIAIS**

**Denys Lellys (\*)**  
**ALSTOM GRID**

**Júlio Cesar M. D. Lima**  
**CEMIG-D**

**Ubiratan A. do Carmo**  
**CHESF**

**Floriano Neto**  
**ALSTOM GRID**

**Marcelo Paulino**  
**ADIMARCO**

**RESUMO**

Este artigo técnico tem como objetivo apresentar as perspectivas de aplicação das merging unit (M.U) e, por conseguinte do barramento de processo (IEC 61850-9-2 LE) no campo das proteções diferenciais de barras (87B) e diferencial de linha (87L), tanto em novas subestações como em subestações existentes (retrofit).

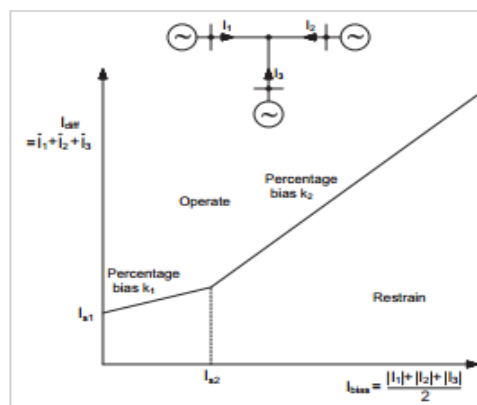
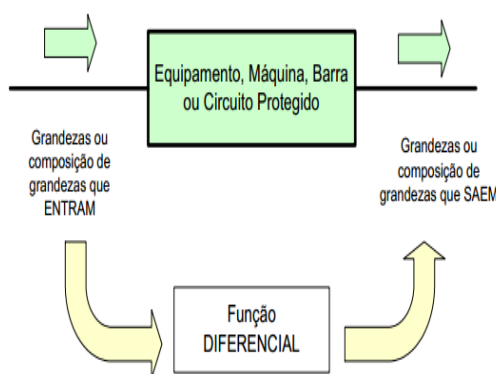
Também serão apresentados os diversos modelos disponíveis no mercado da merging unit digital (AMU- analog merging unit, DMU – digital merging unit e IMU- integrated merging unit) e também especificações da AMU, relativo à quantidade de portas ethernet (IEC 61850-8-1 e 9-2 LE), numero de entradas analógicas de corrente e tensão, quantidade de entradas digitais e saídas e entrada de sincronização de tempo por GPS.

**PALAVRAS-CHAVE**

Merging Unit, IEC61850, Diferencial, Proteção, Barramento de Processo

**1.0 - INTRODUÇÃO**

A proteção diferencial de corrente é um dos princípios mais antigos e populares utilizados pelos construtores de relés para proteger barramentos, transformadores, linhas de transmissão, geradores, etc., que se baseia na aplicação da lei de Kirchoff, conhecida como lei dos nós, em que a corrente elétrica total que entra em um nó é igual à corrente total que deixa este mesmo nó, conforme apresentado na Figura 1.



**FIGURA 1**

(\*) Alstom Grid – Rua Virgílio Wey, 150 – CEP 50-710-450 – São Paulo, SP – Brasil  
Tel: (+55 11) 3491 7000 – Fax: (+55 11) 3491 7262 – E-mail: denys lellys@alstom.com

Durante anos e ainda nos dias de hoje, os transformadores de corrente utilizados nas subestações são do tipo convencional (princípio construtivo eletromagnético), embora muitos países já tenham migrado para transformadores de corrente do tipo óptico, ou não convencionais (NCIT – Non conventional instrument transformer), que possui grande vantagem em relação aos TC convencionais, tais como: imunidade à saturação e interferência eletromagnética (EMC), redução no tamanho e peso, instalação em qualquer posição (vertical, horizontal, inclinado, diagonal), etc.

No tocante ao capítulo 9-2 da norma IEC 61850 (“*process bus*”), esta parte especifica o uso do link digital entre os relés de proteção e os transformadores de corrente e transformador de potencial, em que a corrente e a tensão são digitalizadas e transmitidas através da merging unit para os relés de proteção no padrão de SAV (sample analog values), conforme preconizada na norma IEC61850-9-2 LE.

Atualmente já há disponibilidade no mercado de TC óptico (Fig. 2), Merging Unit e Relé de proteção 9-2, e diversas empresas da Europa, América do Sul e Ásia, já estão fazendo o uso desta tecnologia, conforme diversos exemplos que serão mostrados no item 03, cujo objetivo final é a melhoria e modernização dos processos operacionais, simplificação da arquitetura, assim como, redução do custo total na automação de subestações.

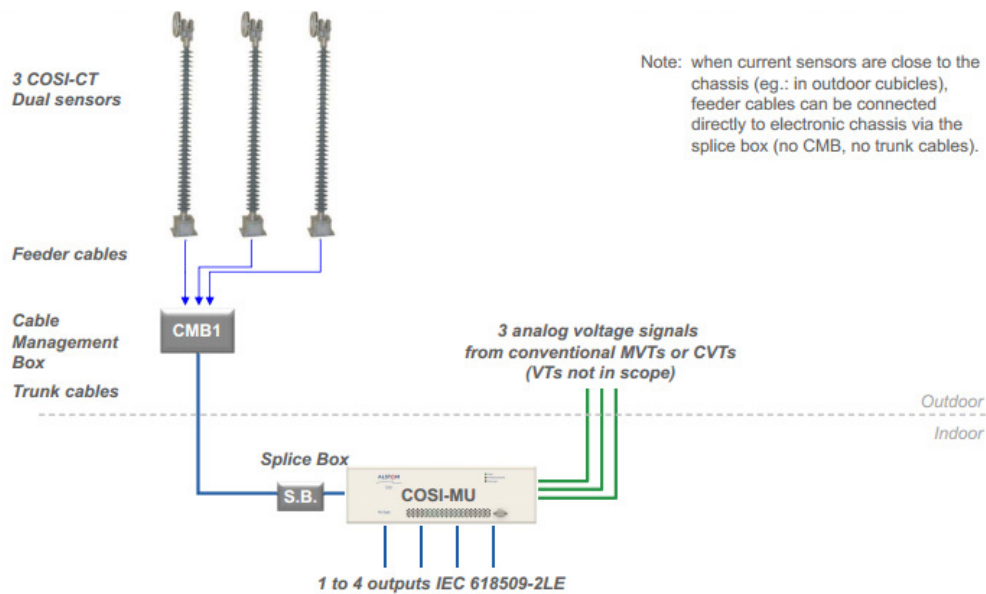


FIGURA 2

No caso dos relés de proteção, este artigo apresentará as perspectivas de aplicação das merging unit (M.U), TC óptico (NCIT) e relés de proteção 9-2, no barramento de processo (IEC 61850-9-2 LE) no campo das proteções diferenciais de barras (87B) e diferencial de linha (87L), tanto em novas subestações como em subestações existentes (retrofit).

Mesmo no caso de subestações existentes com TC's convencionais, a aplicação da merging unit analógica ainda é vantajosa se comparada ao tradicional sistema de proteção diferencial convencional que usa centenas de metros de cablagem de interligação entre relés de bay e os TC's para aquisição das correntes e também os status de posição de disjuntores e seccionadoras. Neste aspecto as merging unit tem grande vantagem, pois enviam estas informações de corrente através de mensagens sample analog value (SAV) e status de disjuntor e seccionadora, via goose, pela mesma fibra óptica. Evidente que, neste caso, os TC's convencionais ainda estarão sujeitos aos efeitos de saturação e interferência eletromagnéticas.

Finalmente, serão apresentados exemplos de instalações em operação, em nível mundial, em países como França, Dinamarca, Espanha, Índia, Venezuela, México, entre outras regiões, onde a merging unit já é largamente aplicada.

## 2.0 - APLICAÇÃO DE MERGING UNIT NO CAMPO DAS PROTEÇÕES DIFERENCIAIS

A finalidade principal da *merging unit* é suprir os relés de proteção com os valores amostrados “*sampled analog values*” de corrente e tensão provenientes dos transformadores de corrente e de potencial. Estas amostras são devidamente sincronizadas, através de GPS, de modo a evitar mal funcionamento em configurações com diversas merging unit e relés de proteção conectados ao barramento de processo compartilhando as SAV. As informações de “status” dos disjuntores e seccionadoras também são obtidas através dos módulos de entrada/saída da merging unit e transmitida para o barramento de processo por meio de mensagens Goose.

Basicamente, existem 03 (três) tipos de merging unit: Merging unit analógica (AMU), Merging unit digital (DMU) e merging unit integrada (IMU). A AMU é para aplicação exclusiva com TC convencional, a DMU para aplicação exclusiva com TC óptico e a IMU com TC convencional mais aquisição de sinais digitais do status de disjuntores e seccionadoras.

A seguir apresentamos na tabela 1, as especificações técnicas básicas de dois (02) modelos de AMU disponível no mercado:

Modelos/Características Técnicas	AMU - 1	AMU - 2
Aplicação (instalação em campo em painel abrigado ou em sala de relés )	Conexão a TC/TP convencional: 1/5 A e 115 VAC	Conexão a TC/TP convencional: 1/5 A e 115 VAC
Entradas de corrente	08 x Correntes	04 x correntes
Entrada de Tensão	08 x Tensão	04 x tensão
Porta frontal configuração	Não tem	01 x USB
Porta traseira ethernet em fibra óptica (LC)	02 portas: Eth1: 9-2 & Goose Eth2: MMS, TCP/IP	01 porta: Eth1: 9-2 & Goose
Entrada de IRIG-B (Time synch) – Conector ST	01 porta IRIG-B ou PTP (IEEE 1588)	01 porta IRIG –B por fibra (1 PPS) ou SNTP via rede.
LED's frontal	06 leds- alarm, eth 1, eth 2, in service, sync, alarm.	04 Leds – Time synch, alarme, out of service e healthy .
Software de configuração	Browser Mozilla ou similar	Software Proprietário S1
Entrada/saídas digitais	12 I/16 O	Não tem
Watch dog	sim	Sim
Cyber security	não	Sim
Alimentação	110-250 VDC ou 110/240 VAC	48 a 250 VDC

Tabela 1

## 2.1 Proteção Diferencial de Linha de Transmissão – 87L

Para o caso de proteções diferenciais de linha (ANSI 87L) em que as linhas não sejam homogêneas, ou seja, parte seja aérea e parte subterrânea por cabo, as merging unit e os TC's ópticos apresentam uma enorme vantagem técnica no que tange a proteção de cada trecho devido à seletividade natural deste esquema diferencial como também as grandes distâncias que a fibra pode percorrer e em especial, no envio de sinal de trip e também de bloqueio onde o religamento não seja permitido, por questões de segurança operacional, como no trecho subterrâneo (Fig. 3).

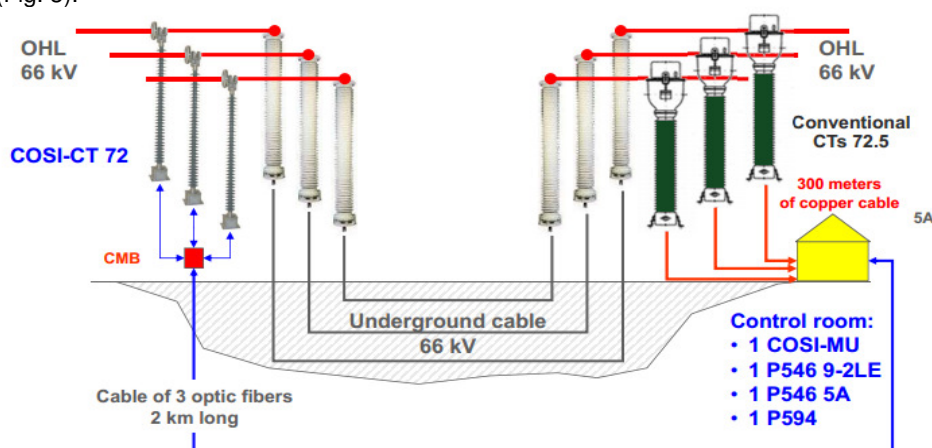


FIGURA 3 – Proteção diferencial do trecho subterrâneo x TC óptico x DMU

## 2.2 Proteção Diferencial de Barras com TC óptico – 87BB

No caso da proteção diferencial de barramento (ANSI 87B) aplicada em novas subestações em que os transformadores de corrente de todos os vão sejam do tipo óptico (NCIT) e conectado, via fibra óptica a cada uma das merging unit digitais (DMU) em cada um destes vão e, por conseguinte aos relés diferenciais de bay unit e a unidade central (Fig. 4), inúmeras vantagens são apontadas como, por exemplo, imunidade a saturação de TC e interferências eletromagnéticas, eliminação de cablagem e canaletas convencionais, redução de custos de projeto e de manutenção e segurança física, pois não há possibilidade de explosão dos TC's ópticos.

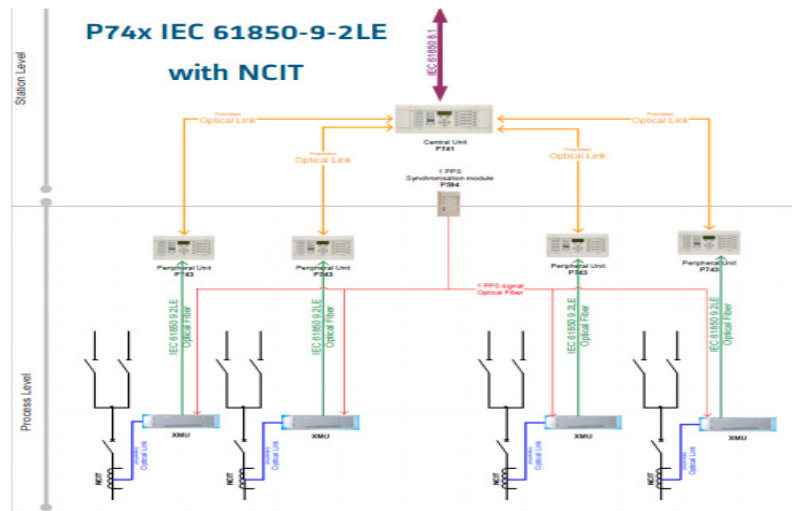


FIGURA 4

### 2.3 Proteção Diferencial de Barras com TC Convencional – 87BB

No caso da proteção diferencial de barramento (ANSI 87B), aplicada em subestações existentes em que os transformadores de corrente de todos os vão sejam do tipo convencional e com previsão de retrofit ou instalação de nova proteção de barramento, aproveitando os TC's convencionais existentes, uma solução com aplicação de merging unit conectadas a cada TC e, por conseguinte aos relés diferenciais de cada bay unit e a unidade central, apresentam vantagens no que tange a eliminação de cablagem entre o campo e os relés de barra, já que a corrente será transmitida via fibra óptica, redução de custos de projeto e de manutenção se comparado a uma solução convencional (Fig. 5).

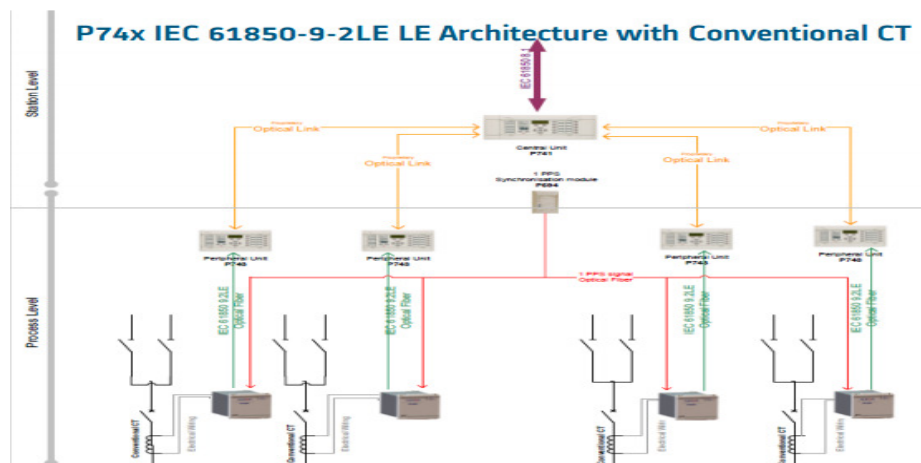


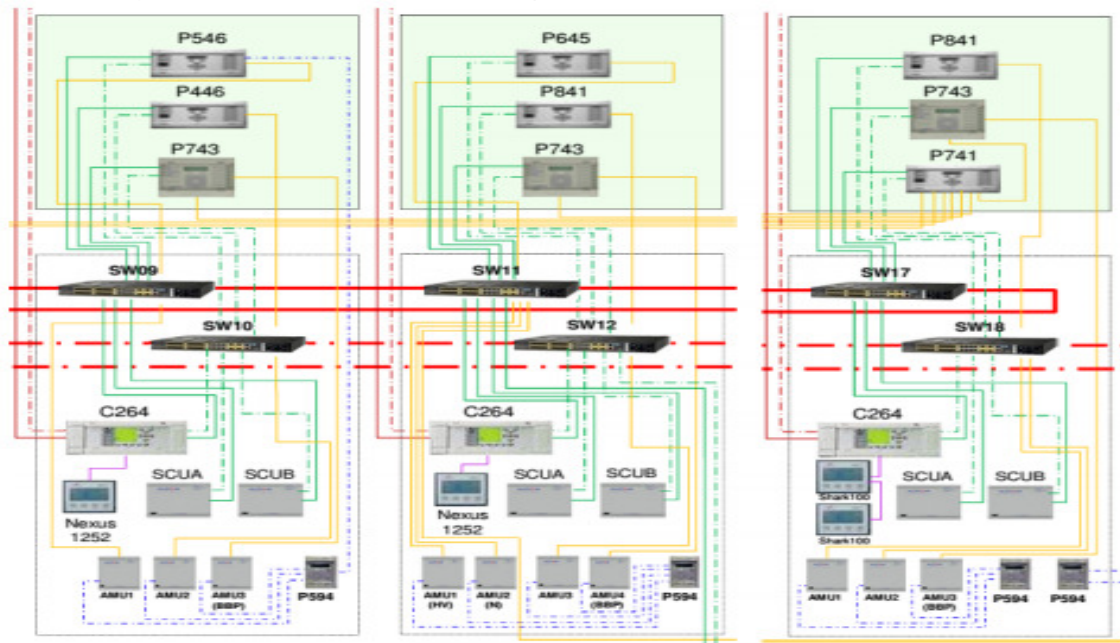
FIGURA 5

## 2.4 Aplicação de Merging Unit e TC óptico - Exemplos.

Serão apresentados a seguir, alguns exemplos de instalações em operação, em nível mundial, em países como Dinamarca, Venezuela, Filipinas, entre outras regiões, onde a merging unit já é largamente aplicada no barramento de processo para otimização da arquitetura da automação da subestação.

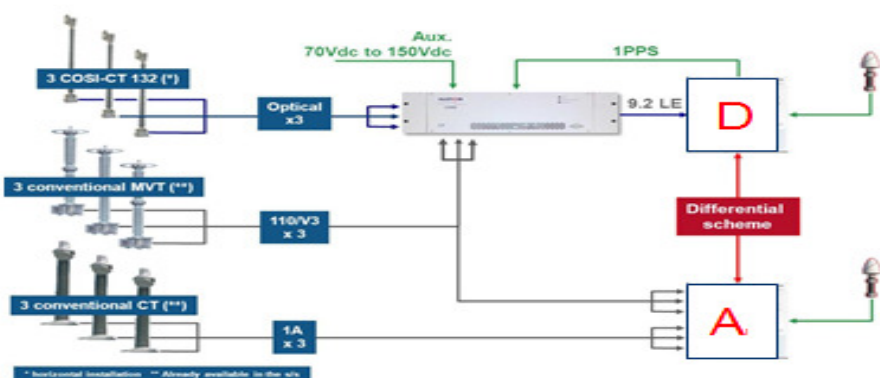
- a. Exemplo 1 : Arquitetura completa de barramento de processo (bus station) e barramento da subestação (station bus) mostrando bay típico de linha, trafo e barras.

Subestação PAGCOR 115 KV – Meralco - Filipinas



- b. Exemplo 2: Esquema diferencial com uso de merging unit, TC óptico/convencional e relés diferenciais

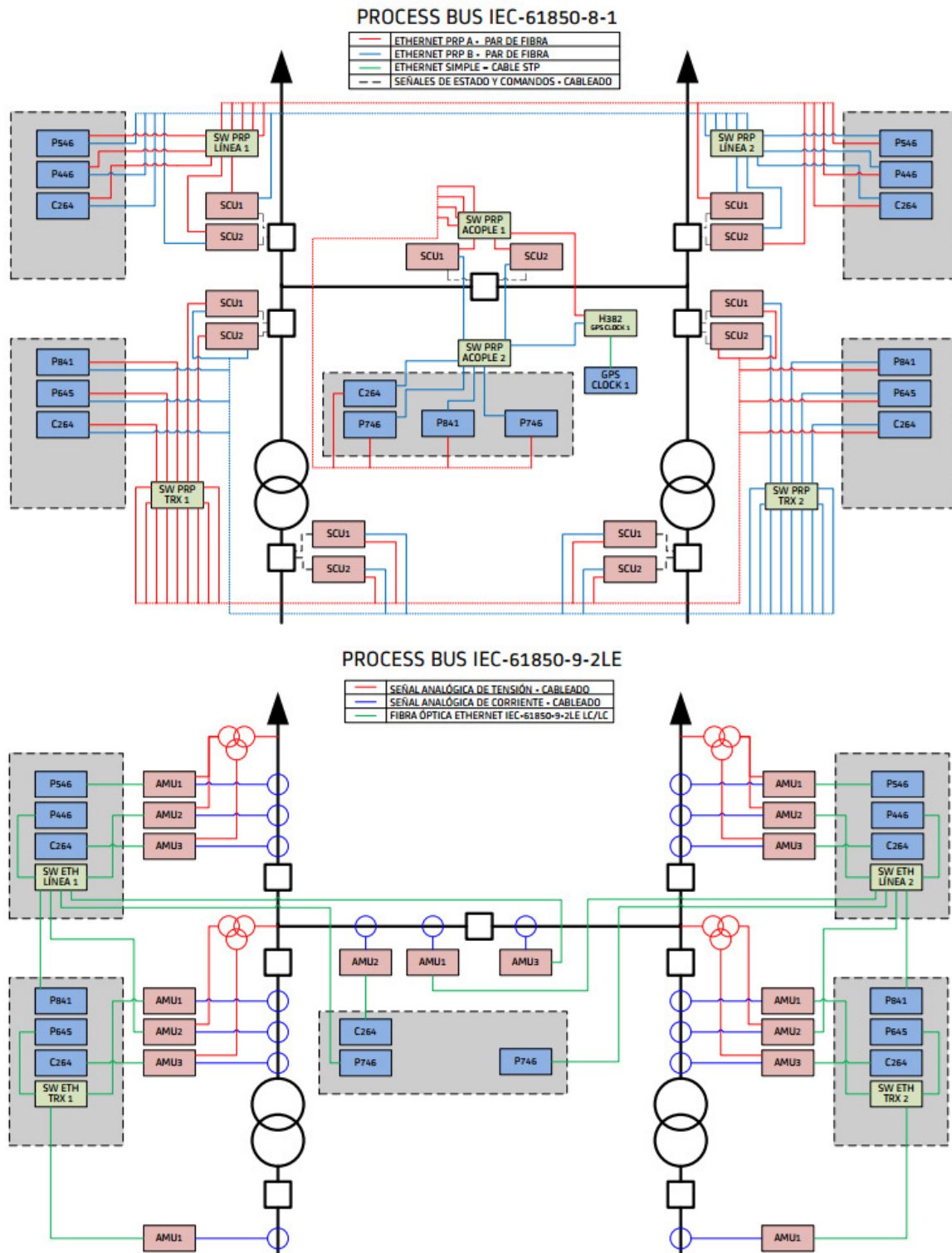
Suestação Uplands Vasby 145 KV – Dinamarca





## c. Ejemplo 3: Arquitectura digital completa – process bus &amp; Station bus

SE Zulia 138 KV - Venezuela



### 3.0 - CONCLUSÃO

A aplicação de merging unit, em conformidade com a norma IEC 61850-9-2 LE, é uma realidade e diversos exemplos, em nível mundial, foi apresentado neste artigo em que as vantagens são inúmeras se comparado com as soluções convencionais.

A perspectiva de aplicação de merging unit, TC óptico e relés de proteção no campo das proteções diferenciais de barramento, linha, transformadores, etc., também se mostra como uma solução vantajosa devido à imunidade à saturação de TC, redução de custos de projeto, civil, instalação e manutenção.

### 4.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Network Protection & Application Guide - ALSTOM Grid - 2011
- (2) IMU – Integrated Mergin Unit – ALSTOM – User Guide IMU/EN U/B22
- (3) D. Tholomier, L. Hossenlop – AREVA T&D, A. Apostolov – Omicron - The future of substation automation – Protection, control & system – Conference power system – Wininipeg –Canadá, 2008.
- (4) IEC-61850; Part 9-2: Communication networks and systems in substations - Specific Communication Service Mapping (SCSM) –Sampled values over ISO/IEC 8802-3, First edition 2004.

### 5.0 - DADOS BIOGRÁFICOS



Denys Lellys, nascido em Campina Grande, PB em 26/06/58 – Graduação em Engenharia Elétrica na UFPB em 1981 e Pós-graduação na UFPB em 1983, Engenheiro da CHESF de 1983 a 2000 e Gerente de aplicação e marketing na ALSTOM Grid desde 2011.