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

Paulo Sergio Pereira Junior(*)
Conprove Indústria e Comércio

Rodrigo Ramos
Conprove Indústria e Comércio

Cristiano Moreira Martins
Conprove Indústria e Comércio

Paulo Sergio Pereira
Conprove Engenharia

Gustavo Espinha Lourenço
Conprove Engenharia

PALAVRAS-CHAVE

IEC 61850-9-2; Sampled Measured Values (SMV); Barramento de Processo; Testes; IED´s

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.

Este trabalho visa responder aos seguintes aspectos: Como funciona o Barramento de Processos e as mensagens Sampled Value? Quais as vantagens e desvantagens da implantação desta tecnologia?

Este estudo resume experiências de resultados práticos, alcançados em testes reais, em laboratório, utilizando simuladores de faltas, Merging Units e IEDs comerciais, avaliando a performance do sistema mediante várias condições de falta.

1.0 - INTRODUÇÃO

Com a evolução crescente da tecnologia no século XXI, e a convergência da comunicação, principalmente empregada pela norma mundial IEC 61850, é cada vez mais comum o debate sobre as vantagens, possibilidades, riscos e técnicas envolvidas sob seu prisma.

A norma 61850 traz vários benefícios, através da padronização da comunicação entre IEDs (Interoperabilidade). Dentre as trocas de mensagem há comunicação de alta velocidade (comunicação em “tempo critico”), um exemplo de aplicação é a substituição das lógicas de comunicação binária, através de fiação rígida, por msg GOOSE. Outra utilização de comunicação com tempo crítico é a implantação de TC´s e TP´s ópticos ou com digitalizadores de sinais para o envio do sinal do secundário não mais da forma tradicional, analógica, mas sim via rede ethernet (Sampled Measurement Values - SMV). Este trabalho trata desta segunda forma.

Há três grandes formas de troca de dados estabelecida pela IEC 61850: O Cliente-Servidor, GOOSE (Generic Object Oriented Substation Event) e SMV (Sampled Measured Values). A primeira forma não possui tempo critico, não garantindo velocidade; já a segunda e a terceira, ao contrário, são baseadas na troca de informações com tempos críticos.

É um fato que a IEC 61850 veio para ficar, isso é inegável, e que o barramento da estação com suas mensagens GOOSE para troca de informações, com alta velocidade entre os IEDs, já é uma realidade concreta. O próximo grande passo será implementar o barramento de processo com suas mensagens SMV digitalizando os valores de tensão e corrente.

Hoje no Brasil já existem várias SE com o barramento de estação (IEC 61850-8-1 / GOOSE) em plena operação, porém não possuímos nenhuma SE plenamente operacional com barramento de processos (IEC 61850-9-2 / SMV).

O barramento de processos é um dos tópicos mais fascinantes da norma. Ele trata de como trabalhar com o sinal de tensão e corrente digitalizado, sendo abordado na parte 9-2. Este envio ocorre a partir das MU (Merging Units) ou TC´s/TP´s Ópticos para os IED´s (Inteligent Eletronic Device) através das mensagens SMV.

A implementação do barramento de processos é um tema novo e carente de informações técnicas, por ser um assunto ainda pouco explorado em seus detalhes.

2.0 - DESENVOLVIMENTO

A IEC 61850 é pautada na interoperabilidade entre os dispositivos e abrange os 3 níveis do SAS: da Estação, do Bay e do Processo, através de dois barramentos: o barramento da estação e o barramento de processos; com requisitos diferentes para cada tipo de comunicação.
Um dos maiores benefícios é quanto ao cabeamento, onde as informações de status e valores de secundários dos transformadores de instrumentação passam a circular em cabos de rede (Fibra Óptica ou UTP), criando uma facilidade para aplicar redundância de caminho.

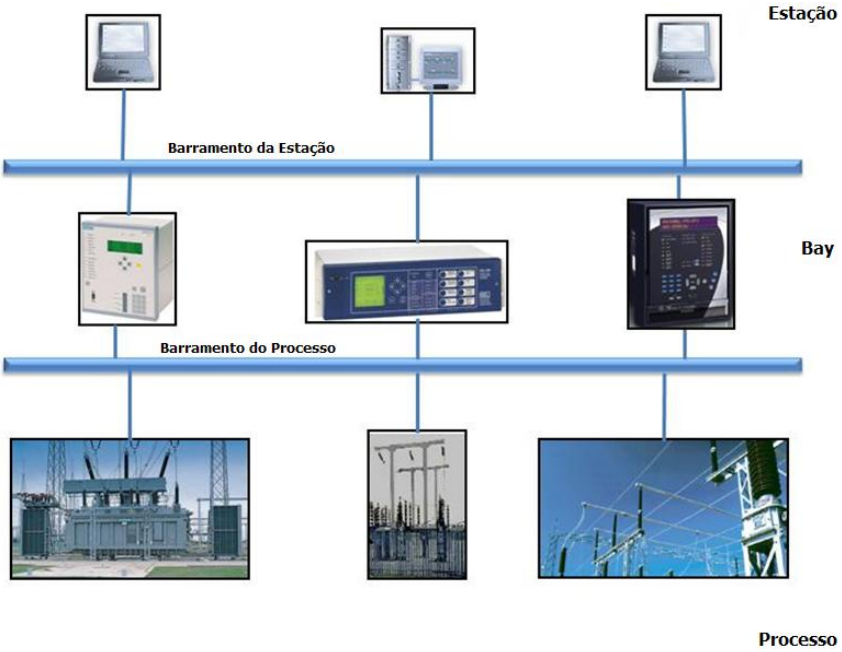

Figura 1 – Barramentos de Comunicação da IEC 61850 e os Níveis do SAS

A norma aborda três formas diferentes de troca de informações:

A comunicação vertical com destino ao Supervisório que era feita por protocolos anteriores a Norma 61850 pode ser realizada com o serviço Cliente-Servidor.

As trocas de Status entre relés em que se usava fiação de cobre para interligar as binárias (digital I/O) passaram a ter a opção da troca de MSG GOOSE. Muito utilizado para lógica e intertravamentos que exijam alta velocidade.

E o circuito dos secundários dos transformadores de instrumentação que chega aos medidores/relés (IED´s em geral) pode ser substituído pelas mensagens de Sampled Value, com o envio dos valores já digitalizados.

Há vários níveis de implementação da norma 61850, desde a comunicação cliente-servidor, passando pela troca de mensagens GOOSE até a implementação do sinal analógico digitalizado (SV). Constata-se que no atual estágio da tecnologia que está sendo ofertada pelos fabricantes de IED´s, a norma está sendo integrada apenas parcialmente aos produtos.

No Brasil possuímos varias subestações que já utilizam o IEC 61850 com implementação de mensagens GOOSE e Cliente-Servidor, porém até a data de hoje não existe nenhuma Subestação totalmente operacional com a implementação do barramento de processos (IEC 61850-9-2), em nosso país.

A implementação do barramento de processos traz vários impactos positivos tais como: redução do custo de implantação e de manutenção (Tanto em equipamentos quanto na mão de obra, totalizando de 25 à 50 % a menos nos custos (*4*)), possibilidade de comunicação redundante, simplicidade obtida para o cabeamento ethernet entre outras.

Com o emprego do Barramento de Processos já não se trabalha mais com potência/energia do secundário de TC´s e TP´s, mas somente com a sua informação na forma digital.

Acompanhando a nova tecnologia surgem dúvidas quanto aos seus possíveis pontos fracos. Para garantir a disponibilidade do serviço, pode-se trabalhar com a redundância dos switches e do cabeamento ethernet elevando e muito o MTBF do sistema.

Na norma IEC 61850 o capítulo nove trata os valores analógicos digitalizados e é dividido em duas partes: a 9-1 e a 9-2. Uma das principais diferenças de abordagem é que a parte 9-1 trabalha de acordo com o Dataset da IEC 60044-8, já a 9-2 trabalha com a flexibilidade do Abstract Model. Além disso, a parte 9-1 não contempla os serviços de acesso ao Control Block MSVCB, já a 9-2 trabalha com estes serviços. Observando que a norma IEC 60044-8 trata dos Transformadores de Instrumentação Eletrônicos (ECT e EVT).

Há, na literatura, várias nomenclaturas para designar as Mensagens dos valores de corrente e tensão do barramento de processos valendo destacar: Sampled Value (SV), Sampled Mensured Value (SMV) e Sampled Analog Value (SAV).

A IEC 61850 define as várias interfaces lógicas de comunicação, com requisitos diferentes para cada uma das mensagens que trafegam nessas interfaces. Nesse sentido, a IEC 61850-5 define tipos de mensagens e classes de performance, sendo as mensagens Sampled Values definidas como Type 4, típicas da interface lógica IF4. São, portanto, “Streams” continuas de dados sincronizados, sendo tais dados oriundos da saída de transdutores digitalizados e transformadores de instrumento (ópticos ou magnéticos).

De acordo com a função (proteção e controle ou medição e qualidade) e da classe de performance (P1/P2/P3 ou M1/M2/M3) a norma define requisitos de tempo de transmissão, resolução do conversor A/D e taxa de amostragem.

O Frame SV roda sobre a 2ª Camada OSI de Rede (Camada de Enlace / Ethernet), para conseguir os requisitos de tempo e possuir alta velocidade. A mensagem SV é multicast, e trabalha com Priority Tag e V-LAN. Vale ressaltar que nos pacotes SMV não há repetições de envio; diferentemente do GOOSE.

Os quadros ethernet das mensagens de SV utilizam o código Ethertype 88BA e faixa de endereço de multicast de 01-0C-CD-04-00-00 até 01-0C-CD-04-01-FF.

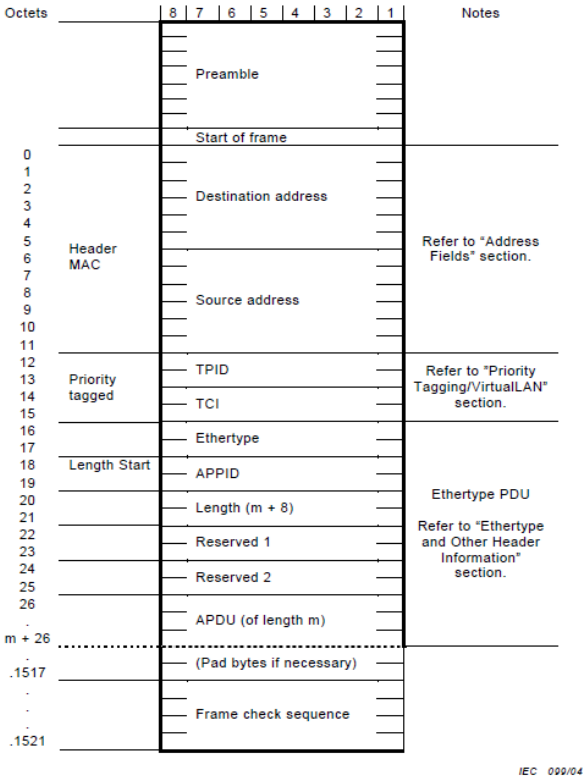

Figure A. 1 – ISO/IEC 8802-3 frame format

Figura 2 – Estrutura do Frame Ethernet da Mensagem SV

A IEC 61850-7-2[16] define o modelo de transmissão do Sampled Value. O modelo definido possibilita a transmissão de Sampled Values de forma organizada e com tempo controlado, dessa forma os atrasos de amostragem e transmissão são minimizados. É aplicado nas transmissões de valores contidos em um DataSet, cujos dados devem ser do tipo definido na classe de dados comum SAV (Sampled Analogue Value). Ainda, é importante ressaltar que a informação deve ser transferida baseada no mecanismo publisher/subscriber, sendo necessário a utilização de um Controlador Sampled Value (SVC), no publisher, para controlar o procedimento de comunicação.

A classe SAV é definida na IEC 61850-7-3[7.4.4] e traz como atributos de medição obrigatórios “mandatory” o “DataAttribute” instMag (representa a magnitude do valor instantâneo de uma medição) do tipo AnalogValue e o “DataAttribute” q (fornece informações de qualidade do dado) do tipo Quality.

A implementação do barramento de processos pode ser realizada basicamente de duas formas: a primeira seria com a adoção de TC´s e TP´s ópticos que já possuem uma saída digitalizada, enviando “bits”, e a outra forma seria através da implantação de conversores A/D na saída de cada TC / TP convencionais, digitalizando e enviando o sinal (MU´s). Sendo assim, com esta segunda maneira não seria necessário a troca dos TC´s e TP´s já instalados.

O cabeamento entre os equipamentos do nível de processo que estão no pátio e a casa de comando/controle pode ser feito via fibra óptica criando assim uma grande facilidade e economia, visto que existem custos altos somando projeto, material e mão de obra.
Devido a norma ser escrita de forma muito aberta, sua implantação está sendo feita de acordo com interpretações, criando condições diferentes de acordo com cada fabricante que a implementa.

A IEC 61850 define os requisitos para a comunicação na subestação, bem como os modelos de interface (ACSI) , de classe de dados e classe de nós lógicos, além de definir o mapeamento (MMI ou SCSM) da comunicação. No entanto estas definições não ficam claras em alguns pontos, como por exemplo, quanto à taxa de amostragem, não há informação se os valores definidos são mínimos ou absolutos, além de não fazer relação com a freqüência (50 ou 60Hz) do sinal amostrado.

Outro ponto que não está totalmente especificado na norma é o sincronismo. Existe a definição de requisitos para precisão da fonte de tempo para o sincronismo, mas não há definição do mecanismo que deve ser adotado.

A norma permite a concatenação de ASDU's em um APDU, contudo não define claramente o número de ASDU's que deve ser utilizado, ou seja, não existe a definição, por exemplo, de que em uma mensagem sampled value para proteção o Data Set deva conter 1 ASDU ou 8 ASDU's.

Quanto à camada física, existe apenas a recomendação do uso da 100Base-FX com conector ST, mas deixa livre a utilização de tecnologias futuras. Este fato poderá causar a necessidade de utilização de conversores de mídia no SAS para interconexões.

Sendo assim foram criadas, basicamente, duas vertentes diferentes de implementação. Uma vertente é chamada 9-2 LE (Light Edition), tratada pelo documento da UCA International Users Group: "IMPLEMENTATION GUIDELINE FOR DIGITAL INTERFACE TO INSTRUMENT TRANSFORMERS USING IEC 61850-9-2" escrito no ano de 2004. E de outro lado a metodologia do Process Bus HardFiber, que foi lançada em 2009 e já se encontra em produção.

Quanto aos fabricantes de IED´s, de um lado estão Siemens, Areva e ABB com o 9-2 LE e de outro a GE com o HardFiber Process Bus. A GE é a única (do circuito ocidental) que já possui produto com o 9-2 disponível para a comercialização. Existe uma empresa chinesa chamada Nari que possui uma Merging Unit, modelo PCS-221, porém não há disponível informações técnicas suficientes a seu respeito.

O modelo HardFiber da GE é usado nos EUA, Nova Zelândia, Canadá, México e na Espanha (Iberdrola 132KV); subestações em testes com o barramento de processos.

As duas formas de implementação do Sampled Value possuem várias diferenças tais como: Dataset, Sincronismo, Taxas de Amostragem, Quality Bits entre outros, o quadro abaixo contém o resumo das diferenças.

Tabela 1 – Comparativo entre as Metodologias e a Norma

	Norma IEC 61850	Guia de Implementação UCA	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	Sem distinção de Qualid e Prot 7680 samples/s 128ppc
	Não define a quantidade de frames por segundo	Prot 1ASDU -> 4800 frames/s Med 8ASDU ->1920 frames/s	8ASDU -> 960 frames/s
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
Mecanismo de Sincronismo	Não define	1PPS transmitido por fibra óptica	Msg GOOSE enviadas pelo IED
Precisão da fonte do sinal de Sincronismo	P3/M2/M3: ±1us	±1us	IRIG-B ou Outra
Serviço	Cliente/Servidor (MMS) SV service (SCSM)	SV service (SCSM)	Próprio Brick
Multicast SV Service	SendMSVMessage	SendMSVMessage	Próprio Brick
Capacidade de concatenar ASDU's em um APDU	Sim	Sim	Sim
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"
Quality	Quality Bits	Quality Bits + Derived	Diagnosticts (ASDU "S")
Codificação do APDU (tags)	ASN.1	ASN.1	ASN.1
Priority tagging/VLAN	SIM	SIM	SIM
APPID	De 0x4000 até 0x7FFF	0x4000	0x0000
Camada Física	Recomenda 100Base-FX com conector ST Permite o uso de novas	Recomenda 100Base-FX com conector ST Alternativa 100Base-FX (MT-	100Base-BX Com conector LC

	tecnologias	RJ) ou 100Base-TX (RJ-45)	
Rede	Com chaveamento, atraso não determinístico	Com chaveamento, atraso não determinístico	Direta, Sem chaveamento, atraso determinístico

Nota: *PPC = Pontos Por Ciclo = Amostras Por Ciclo*

Para obter as informações foi analisado um tráfego de valores de tensão e corrente digitalizados (SV), capturados por um software analisador de protocolo (WireShark). Foi estudada a composição do SMV detalhadamente, e como a metodologia é empregada no barramento de processo, entendendo como são estruturados os pacotes.

Foram analisados tanto pacotes do 9-2 Light Edition quanto do HardFiber, verificando suas semelhanças e diferenças. Uma das diferenças é que o 9-2LE trabalha com o DataSet com 8 sinais analógicos, 6 de fases e mais 2 de neutros, já o HardFiber trabalha com estes 8 sinais e mais 3 DCs além de enviar 8 ASDU´s de amostras mais 1 adicional de controle, totalizando 9 ASDUs, enquanto o 9-2LE para proteção envia 1 ASDU em cada frame.

O guia 9-2 LE define como mecanismo de sincronismo o uso de um pulso de sincronismo 1PPS transmitido para a "Merging Unit" por fibra óptica. A fonte do sinal de sincronismo deve ter precisão de ±1us.

O Brick, Merging Unit produzida pela G.E., tem como mecanismo de sincronismo o uso de mensagens GOOSE enviadas pelo IED que comanda a amostragem do Brick. As mensagens GOOSE são enviadas pela mesma fibra óptica que trafegam as mensagens Sampled Value, porém com outro comprimento de onda.

A fonte de sinal de sincronismo, é portanto, o IED, este por sua vez deve estar sincronizado com uma fonte de tempo externa que envie um sinal de sincronismo como por exemplo IRIG-B.

Quanto ao Quality, o 9-2LE apresenta informações de qualidade do valor amostrado através do DataAttributre "q" do tipo Quality da mesma forma que define a norma. Contudo, além destes dados foi adicionado um novo atributo chamado, pelo guia de implementação, de "Derived"; utilizado para definir se a amostra é medida ou calculada.

O Brick, apresenta as informações de qualidade no "Diagnostic Common Data Attribute Type". Este "Composite Component" criado pela G.E. é enviado no frame Sampled Value no data set "S" com informações que possibilitam confirmar o correto funcionamento do Brick.

O HardFiber trabalha com 128 PPC, e não distingue taxas diferentes para Proteção e Medição, ao contrário o 9-2 LE que trabalha com duas taxas diferentes, uma para Medição (256PPC) e outra para a Proteção (80PPC).

2.1 LIMITES QUANTO A LARGURA DE BANDA

A norma, em sua parte 9-1, aborda os limites da largura de banda, de acordo com a taxa de envio das amostras e pela quantidade de Merging Units na mesma rede.

Maximo de MU´s por Largura de Banda

Tabela 2 – Relação Taxa, Quantidade de Merging Units e Largura de Banda

Sampling rate	Number of connected MUs				
	1	2	3	4-5	
10 × f_r	10 Mbps	10 Mbps	10 Mbps	10 Mbps	
12 × f_r	10 Mbps	10 Mbps	10 Mbps	10 Mbps	
16 × f_r	10 Mbps	10 Mbps	10 Mbps	10 Mbps	
20 × f_r	10 Mbps	10 Mbps	10 Mbps	10 Mbps	Rated value according to IEC 60044-8
40 × f_r	10 Mbps	10 Mbps	10 Mbps	100 Mbps	
48 × f_r	10 Mbps	10 Mbps	10 Mbps	100 Mbps	Rated value according to IEC 60044-8
80 × f_r	10 Mbps	100 Mbps	100 Mbps	100 Mbps	Rated value according to IEC 60044-8
200 × f_r	100 Mbps	100 Mbps	100 Mbps	100 Mbps	
f_r: Rated frequency (Hz).					
NOTE Concerning 400 × f_r: the available bandwidth of 100 Mbps Ethernet is not sufficient to allow three or more MUs transmit their samples to one receiving device.					

Cálculo:

Tamanho do Frame 123 Bytes = 984 bits

80 PPC * 60Hz = 4800 Frames/s

4800 Frames/s * 984 bits = 4,72 Mbps (Para 1 MU)

2 MU = 9,45 Mbps > 9,0 Mbps (10 Mbps)

Indica-se reservar 10% da Largura de Banda = Livre

Análogo a estes cálculos foi feita toda a verificação quanto à quantidade de merging units, a taxa de amostragem e a largura de banda.

Observa-se que em nenhum momento a norma trata especificamente de 1Gbps.

2.2 Testes

Na data de elaboração deste artigo, até onde se tem conhecimento, não havia disponível comercialmente nenhuma Merging Unit que utilize a metodologia 9-2LE, por isso apenas o sistema HardFiber Brick da GE foi testado.

Este item resume as experiências de resultados práticos, alcançados em testes reais realizados em laboratório utilizando simuladores de faltas e IEDs comerciais, avaliando a performance do sistema com o barramento de processos e com o sinal "tradicional" analógico.

As provas foram realizadas utilizando-se dos seguintes equipamentos: uma mala de testes modelo CE6006 Conprove (para injetar as correntes e simular as faltas), um HardFiber Brick, um Cross Connect Panel e um IED GE D60. Cabe ressaltar que o equipamento de testes, tanto o software quanto o hardware são de origem Nacional.

O sistema HardFiber funciona da seguinte maneira: no pátio se instala o Brick onde se encontra os conversores A/D´s que possui em sua saída 4 fibras ópticas, cada uma controlada por um núcleo diferente para garantir redundância. Este cabo óptico chega ao Cross Conect Panel que distribui o sinal para cada um dos IED´s que devem receber o sinal, esta interligação é feita manualmente de modo a conectar os dois pontos. Uma vez conectado o sinal chega a entrada do IED chamada de módulo Process Card que possui possibilidade de até 8 entradas de fibra óptica com conector LC; podendo ser de até 8 Bricks diferentes ou 2 Bricks com 4 redundâncias cada.

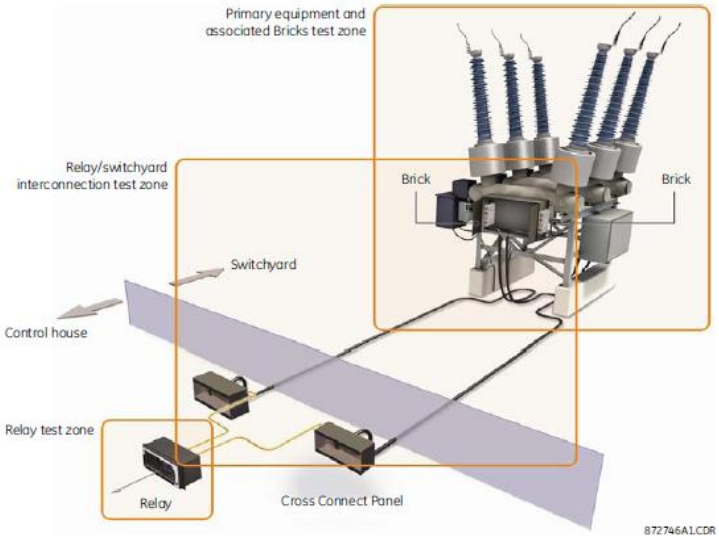

Figura 3 – Sistema HardFiber

Para realizar esta avaliação, os testes foram feitos da seguinte forma: um IED foi submetido a testes, medindo o sinal de I e V através do método tradicional, (pelo sinal analógico das entradas de tensão e corrente) e posteriormente foi testado com sinal digitalizado através de mensagens SMV (entrada de fibra óptica). Os resultados foram comparados visando verificar se existem diferenças e quantificá-las. Uma função de proteção de sobrecorrente com os mesmos ajustes foi testada das duas formas (medindo o sinal de duas maneiras) e os resultados serão apresentados a frente neste tópico.

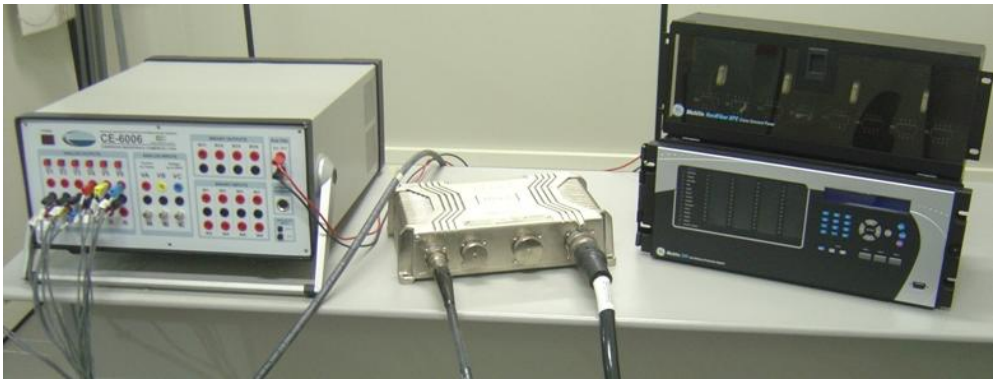

Figura 4 – Sistema de Testes Montado (Mala CE6006 + HardFiber)

Para avaliar o sistema foram feitos dois testes diferentes e os seus resultados comparados. Em um mesmo IED selecionado (modelo GE D60), foi realizado um teste injetando valores analógicos tradicionais de corrente/tensão, posteriormente foi injetado os mesmos valores de tensão e corrente na MU que enviou o sinal digitalizado (via F.O.) para o relé sob mesmo ajuste. Enfatizando que foi utilizado o mesmo IED alterando-se apenas o módulo de entrada dos sinais para uma análise mais precisa das diferenças de concepção.

Foi utilizada a função de sobrecorrente para a análise, outras funções de proteção poderiam ser testadas da mesma forma. Cada amplitude de injeção de falta foi repetida 10 vezes e trabalhou-se com a média destas 10 medidas.

Estas duas metodologias de testes foram conseguidas através da modularidade do IED, que possui um módulo de entrada de dados que pode ser trocado. No 1º Teste foi realizado com o módulo CT/VT (8L), que lê sinais analógicos, já o 2º Teste foi realizado com o módulo 61850 Process Card (81), que permite ler os valores já digitalizados.

Figura 5 – Módulo Process Card (61850)

Figura 6 – Módulo CT/VT “Analógico”

O IED se encontrava parametrizado com o seguinte ajuste:

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

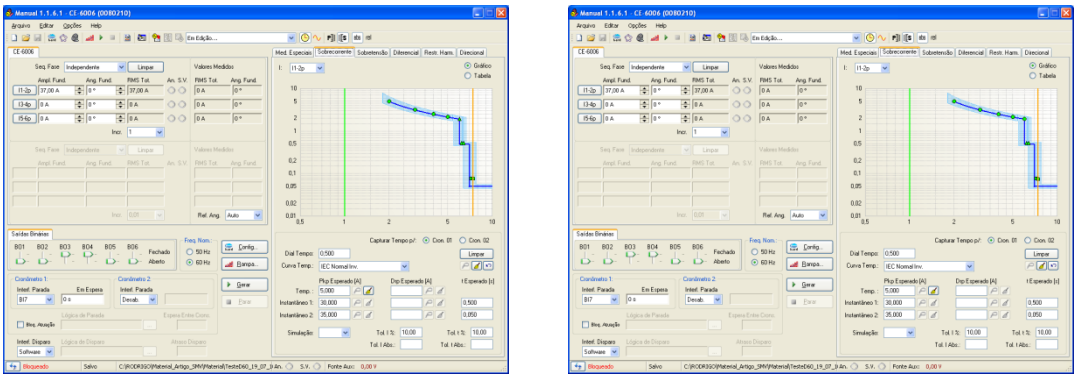

Figura 7 – Telas dos testes em andamento

Cada ponto foi testado 10 vezes e uma média destes valores foi utilizada para a análise, o resultado dos testes está contido na tabela abaixo:

Tabela 3 – Comparação dos Tempos entre Analógico e Barramento de Processos

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

3.0 - CONCLUSÃO

Através dos testes realizados o sistema de envio digital dos valores de tensão e corrente se mostrou eficaz, proporcionando simplicidade à estrutura física do cabeamento do sistema de proteção, fácil expansão e economia.

Em relação ao desempenho, a unidade temporizada apresentou atraso médio de cerca de 10ms; já na unidade instantânea o atraso médio foi de aproximadamente 1ms. Observa-se que a diferença do primeiro ponto testado, 10A (adiantado) em relação aos demais (atrasado) possivelmente ocorre devido à arquitetura do Brick que possui dois ranges para o conversor A/D, enquanto o módulo tradicional possui apenas um range para o A/D.

Conclui-se que estas diferenças são pouco significativas, menores que um ciclo, visto que o sistema se comportou muito bem durantes os testes e simulações de faltas. E, portanto, a metodologia se encontra satisfatória, ficando em aberto a questão da interoperabilidade entre diferentes fabricantes de IED´s e Merging Units.

A ideia deste artigo era se tornar um guia sendo uma fonte de informações definitiva em relação ao barramento de processo, porém como foi visto muitos aspectos ainda estão por ser definidos e padronizados, criando margens para outros trabalhos que explorem o tema.

A falta de padronização é maléfica e vai totalmente contra a intenção da Norma IEC 61850. Por exemplo, uma Merging Unit do fabricante X não é compatível com o IED do fabricante Y e a Merging Unit do fabricante Y também não é compatível com o IED do X; criando assim uma condição prejudicial para o usuário.

Neste caso, se o consumidor fizer uma análise, certamente adiará seus investimentos, visto que não há um consenso quanto ao formato e metodologia de implementação.

Há pouco tempo houve um caso análogo: instalou-se uma guerra entre duas tecnologias de armazenamento óptico que disputavam a sucessão do DVD, o HD-DVD contra o Blu-Ray. Apenas quando os fabricantes começaram a trabalhar em conjunto por um único padrão foi que o mercado passou a confiar e a investir na nova tecnologia. Isto poderá se repetir no barramento de processos se não houver consenso.

4.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(1) Norma IEC 61850– Communication networks and systems in substation – Todas as Partes - Primeira Edição.

(2) Experimento de Sobre Carga com 15.000 Mensagens GOOSE por Segundo em uma Rede IEC 61850, e a Investigação de suas Conseqüências – Pereira Junior, P. S,; Martins, C. M.; Pereira, P. S.; Lourenço, G. E. – Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica, XX SNPTEE de 2009.

(3) Testes de Performance em IED's Através de Ensaios Utilizando Mensagens GOOSE (IEC 61850) – Pereira Junior, P. S,; Martins, C. M.; Pereira, P. S.; Lourenço, G. E. – Seminário Técnico de Proteção e Controle, IX SPTC de 2008.

(4) HardFiber: Process Bus System Reference Manual – GE Publication Code: GEK-113500B de 2009.

(5) Implementation Guideline for Digital Interface to Instrument Transformers Using IEC 61850-9-2 – UCA International Users Group – Datada de 01/03/2004.

(6) IEC61850 9-2 Process Bus: Application in a real multivendor substation - J. CASTELLANOS, I. OJANGUREN, I. GARCES, R. HUNT, J. CARDENAS, M. ZAMALLOA, J. GARCIA, A. GALLASTEGUI, M. YUBERO, E. OTAOLA – Bienal Cigre de 2010