



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

BR/GTL/16
13 a 16 de Outubro de 2013
Brasília - DF

GRUPO -XV

GRUPO DE ESTUDO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO E TELECOMUNICAÇÃO PARA SISTEMAS ELÉTRICOS - GTL

**DESMISTIFICANDO O PTP: ANÁLISE DE NECESSIDADES, CENÁRIOS
E CONFIGURAÇÕES PARA ATENDER A NORMA IEC61850**

Nestor Charles Fernandes (*) Celso Luis de Souza
LINK PRECISION REASON TECNOLOGIA S.A.

RESUMO

A norma IEC61850-2008 estabeleceu o PTP como mecanismo preferencial de sincronização de tempo dentro da subestação, mas deixou a implementação a cargo dos fabricantes de equipamentos. Não é raro encontrar engenheiros com dúvidas sobre como usar esta nova tecnologia, que tipo de configuração usar em cada ponto do barramento de processo e como trabalhar a questão de redundância aplicada aos sinais de sincronismo temporal.

Este documento mostra a evolução das necessidades de sincronização, a interdependência das normas no desenvolvimento dos protocolos e como funcionam os switches desenhados para suportar a norma IEC61850 e o novo protocolo PTP (IEEE1588).

PALAVRAS-CHAVE

PTP, Sincronização, PRP, HSR, NTP

1.0 - INTRODUÇÃO

A evolução das subestações está caminhando para transformar as interligações físicas com cabos em topologia radial e estrela com sinais simples e comunicação ponto a ponto em barramentos lógicos implementados de forma mais inteligente e fácil configuração. A implementação do barramento lógico passa a ser feita por switches que interligam os componentes da subestação ainda com cabos ponto a ponto, mas agora apenas um cabo para cada IED e ainda assim com a capacidade de se comunicar com todos os outros IEDs. Esta abordagem se reflete em menos cabos, mais flexibilidade de configuração e menor custo na implantação de topologias redundantes.

A norma IEC61850 trouxe uma boa proposta para melhorar a interoperabilidade entre IEDs fixando as regras básicas de comunicação e descrição do sistema usando um nível de abstração que permite que cada fabricante possa oferecer serviços compatíveis e complementares com seus concorrentes e ainda agregar outros valores no IED sem comprometer a sua função principal. O denominador comum está no uso de uma linguagem de descrição de alto nível com codificação ASN.1 e na fixação de requisitos mínimos de tempo para os diferentes eventos da subestação.

2.0 - NECESSIDADES

A sincronização de eventos sempre foi uma preocupação na subestação, mesmo antes da mudança promovida pela chegada da referência de tempo absoluta representada pelos relógios que usam os sinais de satélites GPS. A operação interna da subestação é regida por máquinas de estado que precisam estar sincronizadas de alguma forma. Na medida que a tecnologia de geração da referência de tempo evolui, novas possibilidades se abrem e os requisitos de tempo passam a ser mais restritos.

Muitos dispositivos de proteção da subestação ainda são eletromecânicos, com inércia alta e, consequentemente, com tempos de resposta muito largos se comparados com a tecnologia recente. A evolução para circuitos eletrônicos microprocessados permite que mais serviços possam ser oferecidos pelo IED, o que gera um maior volume de dados que precisa escoar de alguma forma.

Na visão proposta pela IEC61850 o barramento físico que permite a comunicação entre IEDs é feita em alta velocidade, justamente para dar conta do escoamento dos dados gerados. Se o barramento de dados fosse físico com um meio de comunicação compartilhado (como foi nos primórdios da ethernet com seus cabos coaxiais), cada IED teria que monitorar o tráfego no meio antes de tentar enviar seus dados (técnica CSMA – *Carrier Sense, Multiple Access*) ou enviar de qualquer jeito e tratar as colisões que poderiam ocorrer (técnica CDMA – *Collision Detection, Multiple Access*). Nas duas opções o comportamento da comunicação é estocástico e não determinístico, afetando diretamente o tempo de entrega da informação e comprometendo a sincronização de tempo no sistema.

No conceito de barramento lógico, a comunicação entre IEDs é efetivada com o auxílio de switches e roteadores formando pequenas instalações radiais. Os IEDs são atendidos por cabos dedicados não compartilhados, dispensando as técnicas de acesso múltiplo ao meio de comunicação. Os switches recebem os dados e os encaminham em forma de pacotes para os IEDs de destino ou para outros switches que estiverem entre o gerador e o consumidor da informação.

O comportamento estocástico da comunicação não se altera com o uso de switches, apenas muda de lugar. Ao invés de ter um congestionamento na entrada por causa do compartilhamento do meio físico, o problema agora migra para a saída, em forma de filas de transmissão dentro dos switches.

Se o problema a ser resolvido fosse apenas de eliminação do excesso de cabos, a solução de switches simples seria definitiva. No entanto, quando é preciso transportar informação de tempo e sincronismo, qualquer atraso na entrega da informação torna-se crítico. Pela própria natureza da topologia de barramento, seja físico ou lógico, não é possível evitar os atrasos, mas pode-se tentar compensá-los, e é isso que os protocolos especiais de sincronização se propõem a fazer.

2.1 Características da referência de tempo

Independente da aplicação, a qualidade da referência de tempo é caracterizada pela combinação de 5 fatores:

- **Exatidão** (*accuracy*) define o quão próximo do valor de referência está o valor medido ou informado
- **Precisão** (*precision*) informa o grau de espalhamento do valor medido quando comparado com a média de valores de um determinado conjunto de medidas
- **Estabilidade** (*stability*) é a capacidade de manter a exatidão com o passar do tempo, mesmo sofrendo interferências externas como envelhecimento, mudanças ambientais e outras
- **Resolução** (*resolution*) informa a menor variação de tempo que consegue ser representada no formato de dados escolhido
- **Monotonicidade** (*monotonicity*) define a característica de um sistema de medição de tempo onde uma medida absoluta qualquer sempre apresenta um valor maior ou no máximo igual à medida absoluta imediatamente anterior, ou seja, nunca apresenta uma variação negativa entre medidas

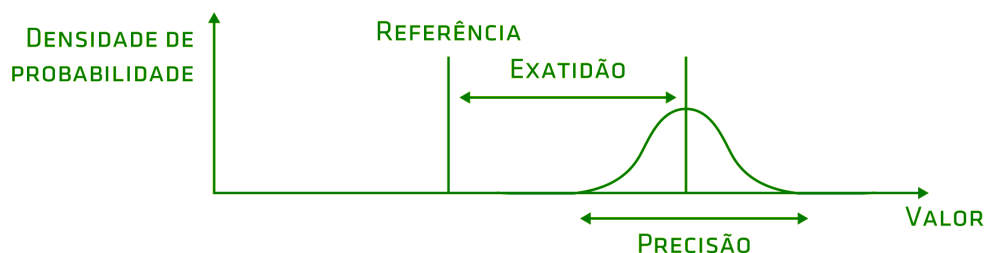


Figura 1 - Exatidão vs. Precisão.

O que se procura num sistema de referência de tempo é a combinação de alta exatidão, alta precisão, alta estabilidade, alta resolução e monotonicidade.

2.2 Sincronização com NTP/SNTP

O protocolo NTP (*Network Time Protocol*, RFC-1305 e RFC-5905) não foi o primeiro desenhado para sincronização de máquinas, antes dele outros foram tentados, como o *Daytime Protocol* (RFC-867), *Time Protocol* (RFC-868), *ICMP Timestamp Message* (RFC-792) e o *IP Timestamp* (RFC-781). O NTP foi o primeiro padrão de fato e ainda é largamente usado em ambientes comerciais que requerem menor precisão.

O protocolo NTP opera em modo cliente-servidor, onde a referência de tempo é mantida no servidor e é consultada pelos clientes usando comunicação UDP sobre IP. Como o servidor pode atender muitos clientes ao mesmo tempo, não guarda informações específicas de cada cliente (*stateless server*).

O algoritmo básico para sincronização de tempo tenta compensar os atrasos que ocorrem entre a fonte de referência (servidor) e o consumidor da informação (cliente), assumindo que os atrasos são sempre simétricos.

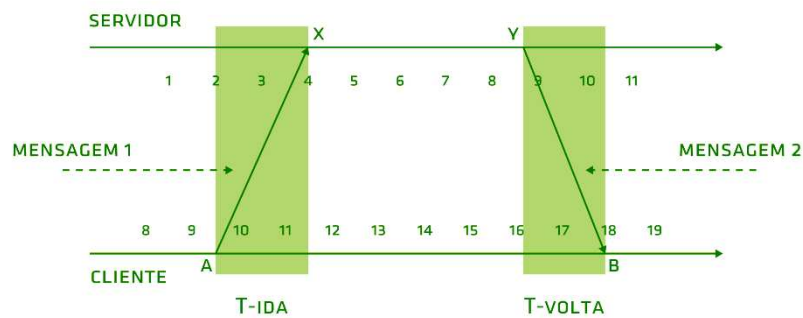


Figura 2 - Mensagens usadas pelo protocolo SNTP.

No exemplo acima, o atraso na entrega da mensagem 1 é $(X - A)$ e o atraso na entrega da mensagem 2 é $(B - Y)$. Com estas 2 informações o cliente pode calcular tanto o atraso total causado por roteadores, switches e cabos e também o deslocamento de tempo (*offset*) entre os 2 relógios:

$$T_A = (X - A) = 4 - 9 = -5$$

$$T_B = (B - Y) = 18 - 9 = 9$$

$$\text{Atraso} = (T_A + T_B) / 2 = (9 - 5) / 2 = 2$$

$$\text{Deslocamento} = (T_A - T_B) / 2 = (-5 - 9) / 2 = -7$$

Todos os algoritmos de compensação operam de maneira similar, e a precisão depende fortemente da simetria dos atrasos envolvidos. Como os atrasos causados por congestionamento e enfileiramento de mensagens dentro de switches e roteadores são puramente estocásticos e na maioria das vezes já assimétricos por envolver tráfego maior num dos sentidos, a precisão obtida na prática com o protocolo NTP é da ordem de 5 a 10 ms dentro de uma rede local com carga leve, podendo chegar a 50 ms quando ocorrem picos de tráfego.

A diferença básica entre NTP e SNTP (*Simple Network Time Protocol*) está no uso de pelo menos 3 referências de tempo e várias iterações no NTP para mitigar os efeitos da assimetria de medição. O SNTP usa apenas uma referência e assume que a assimetria é menor por cliente e servidor estarem confinados na mesma sub-rede local de alta velocidade, sem passar por roteadores, apenas switches.

2.3 Medição fasorial

O conceito matemático de medição fasorial surgiu em 1893, mas levou quase um século para começar a ser usado na prática com o advento das PMUs (*Phasor Measurement Units*). O histórico de evolução dos equipamentos e normas que regem seu funcionamento pode ser resumido assim:

- a primeira PMU é construída em 1988 no Virginia Tech Institute
- o primeiro modelo comercial de PMU é lançado em 1992
- em 1995 é publicada a norma IEEE 1344, primeiro padrão sobre sincrofasores
- em 2001 a norma é atualizada para IEEE 1344-2001
- em 2005 ocorre nova atualização e a norma assume a sigla IEEE Std C37.118-2005
- em 2011 a norma é atualizada para IEEE Std C37.118-2011 e dividida:
 - a. C37.118.1 – *Measurement specifications*
 - b. C37.118.2 – *Communications specifications*

Na medição fasorial o fator crítico é o sincronismo temporal, pois afeta diretamente a qualidade da informação. Pela norma, o erro vetorial total (*TVE – Total Vector Error*) precisa estar abaixo de 1%, o que significa uma precisão mínima de $\pm 26 \mu s$ para sistemas em 60 Hz e $\pm 31 \mu s$ para 50 Hz. Naturalmente uma precisão desta ordem não pode ser satisfeita por NTP, então torna-se necessário outro tipo de solução.

2.4 Sincronização com PTP

Não é coincidência que a materialização de PMUs tenha ocorrido na mesma época da instalação da constelação de satélites GPS(1993) e sua disponibilização para uso civil (1996). A precisão temporal teórica do sistema GPS é de 14 ns, mas na prática fica em torno de 100 ns, muito maior do que a necessidade da medição fasorial.

Em 2002 surgiu a primeira versão do novo protocolo de sincronização de tempo com precisão, chamado PTP (*Precision Time Protocol*) e normatizado como IEEE 1588, apenas um ano depois da primeira atualização da norma que tratava de medição fasorial (IEEE 1344-2001). Na mesma época (2002) foi publicada a primeira versão da IEC 61850, que recomendava o uso do NTP como mecanismo de sincronização de IEDs.

Em poucos anos as normas foram revistas e as atualizações apareceram em rápida sequência:

- **IEEE Std C37.118-2005**, para medição fasorial
- **IEEE Std 1588-2008**, também conhecida como IEEE 1588.v2, totalmente incompatível com a versão 1
- **IEC 61850-2008**, recomendando o uso do PTP como mecanismo primário de sincronização de tempo

O mecanismo básico de compensação de atrasos do PTP é muito parecido com o usado pelo NTP, mas agora existe uma fase preliminar que é iniciada pelo servidor para divulgar periodicamente a sua referência de tempo a todos os clientes ao mesmo tempo (*broadcast*). O cliente (IED) decide se usa o mecanismo de medição adicional de atraso ou não.

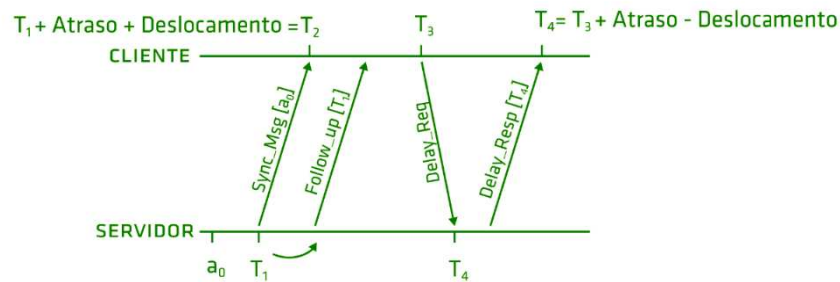


Figura 3 - Mensagens do protocolo PTP.

A mensagem SYNC é enviada cerca de 10 vezes por segundo e contém um valor de tempo estimado (a_0) tomado no início do processo. No momento que a mensagem está sendo efetivamente transmitida o servidor lê o seu relógio interno que conterá o valor preciso do momento T_1 . Em seguida emite uma segunda mensagem chamada FOLLOW_UP que carregará o valor medido de T_1 , compensando os atrasos que ocorrem dentro do próprio servidor. De uma certa maneira, a mensagem SYNC carrega uma informação imprecisa, que é posteriormente corrigida pela mensagem FOLLOW_UP.

Se o cliente (IED) quiser compensar outros atrasos determinísticos e estocásticos (cabos e filas), poderá enviar uma mensagem DELAY_REQ para o servidor e quando receber a mensagem DELAY_RESP poderá calcular tanto o atraso entre servidor e cliente quanto o deslocamento de tempo entre os 2 relógios.

$$T_A = T_2 - T_1 = \text{Atraso} + \text{Deslocamento}$$

$$T_B = T_4 - T_3 = \text{Atraso} - \text{Deslocamento}$$

$$\text{Atraso} = (T_A + T_B) / 2$$

$$\text{Deslocamento} = (T_A - T_B) / 2$$

As mensagens PTP também sofrem com os atrasos e assimetrias da mesma forma que as mensagens NTP, mas a nova norma define o uso de dispositivos intermediários que podem ser colocados entre o servidor (referência de tempo) e o cliente (IED) que se encarregam de compensar esses atrasos.

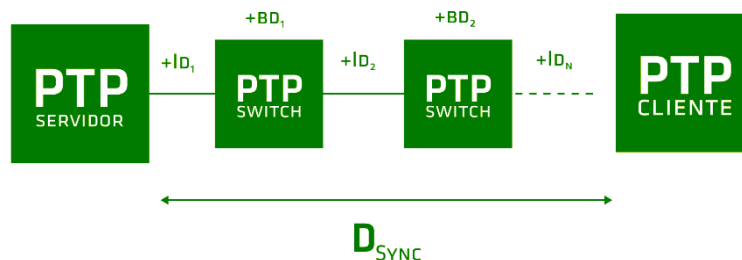


Figura 4 - Atrasos na mensagem SYNC.

Na figura acima, quando a mensagem SYNC trafega do servidor até o cliente, dois tipos de atraso são observados:

- atrasos nos cabos que interligam cada par de equipamentos, representados por Id_n
- atrasos que ocorrem dentro dos equipamentos intermediários, representados por Bd_n

O atraso em cada segmento de cabo é sempre constante e simétrico, portanto corresponde ao tempo necessário para a informação percorrê-lo na velocidade da luz. Se os tempos forem tomados no instante que a mensagem entra numa ponta do cabo e depois no instante que sai na outra ponta, o cálculo simples consegue determinar o atraso com precisão, pois o processo passa a ser puramente determinístico.

Este foi um dos maiores avanços propostos no PTP: a definição do momento da medição de tempo na saída e na entrada dos equipamentos. No NTP o tempo é tomado no momento da formação da mensagem, antes de colocá-la na fila de transmissão. Por ser uma fila, já está sujeita a atraso antes de ser transmitida. No PTP a mensagem é construída, entra na fila da mesma forma mas o campo que carrega a informação de tempo é preenchido no momento que aquela parte da mensagem está saindo do equipamento e entrando no cabo. Na chegada do outro lado do cabo o raciocínio se repete no PTP, com a informação de tempo sendo recuperada no instante que a mensagem está entrando no equipamento destino.

2.4.1 PTP – Relógios de fronteira

Na primeira versão do PTP em 2002 foram definidas 3 entidades:

- servidor com relógio de referência (*grand master clock*)
- cliente com relógio comum (*ordinary clock*)
- dispositivos intermediários com relógios internos sincronizáveis (*boundary clock* – relógio de fronteira)

O ideia por trás do relógio de fronteira é de ter pontos intermediários entre a referência de tempo (*grand master*) e os clientes (IEDs) com relógios próprios que estariam sempre sincronizados com o equipamento imediatamente anterior na direção da referência, formando uma cadeia.

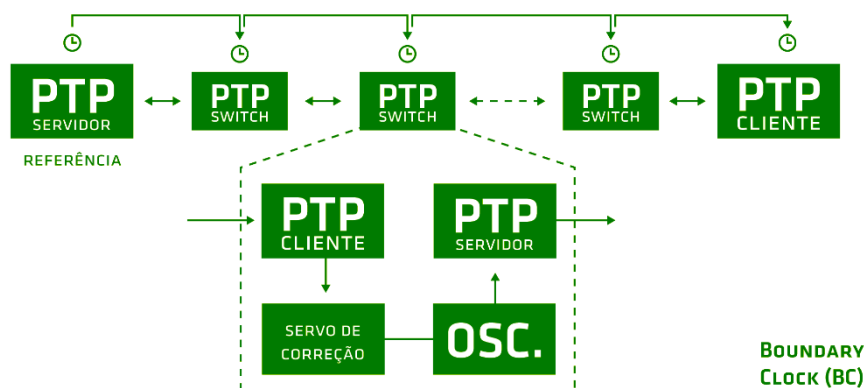


Figura 5 - Mecanismo interno dos switches configurados como BC.

A figura acima mostra que dentro de cada switch configurado como relógio de fronteira (BC - *Boundary Clock*) existe um cliente PTP que recebe informação de sincronização do switch imediatamente anterior que é usada para corrigir o seu oscilador interno. Este oscilador passa a ser a referência de tempo para o seu servidor PTP interno, que a oferecerá ao próximo switch da cadeia.

Na teoria todos os switches estariam sincronizados com a referência inicial e, usando o mecanismo de estampagem de tempo (*timestamping*) no momento que a mensagem é injetada no cabo e recuperada na outra ponta, todos os atrasos seriam compensados e o comportamento da cadeia se tornaria determinístico.

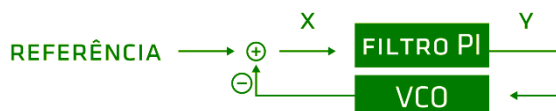


Figura 6 - Servo de controle do oscilador no BC.

Na prática o resultado não foi exatamente este, pois a referência de tempo baseada em GPS não é contínua, mas corrigida apenas uma vez por segundo e, quando somada ao tempo de acomodação do servo e ao atraso entre a chegada e saída das mensagens PTP, provoca uma propagação de erro na cadeia de switches.

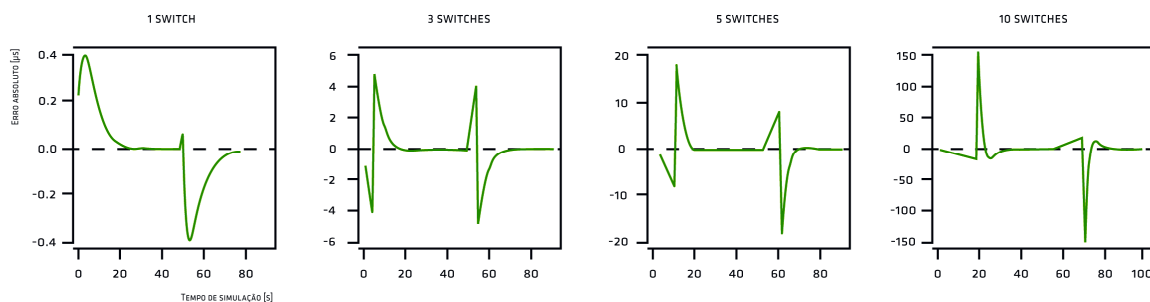


Figura 7 - Propagação de erro em cadeia de switches BC.

Como pode ser observado na figura acima, a cada correção do receptor GPS ocorre um pico de erro absoluto nos valores de tempo que comprometem drasticamente uma das características primordiais de uma boa referência de tempo: a monotonicidade. Além disso, os IEDs ligados ao mesmo switch poderão estar sincronizados entre si, mas não necessariamente com os IEDs dos demais switches da cadeia, como mostra o escorregamento do pico de erro absoluto com o aumento do número de switches em série.

2.4.2 PTP – Relógios transparentes

A versão 2 do PTP (IEEE1588-2008) introduziu várias alterações a ponto de torná-la completamente incompatível com a versão 1, mas o ponto positivo foi a introdução do conceito de relógios transparentes (TC – *Transparent Clock*) para resolver o problema de propagação de erros em cadeia de switches.

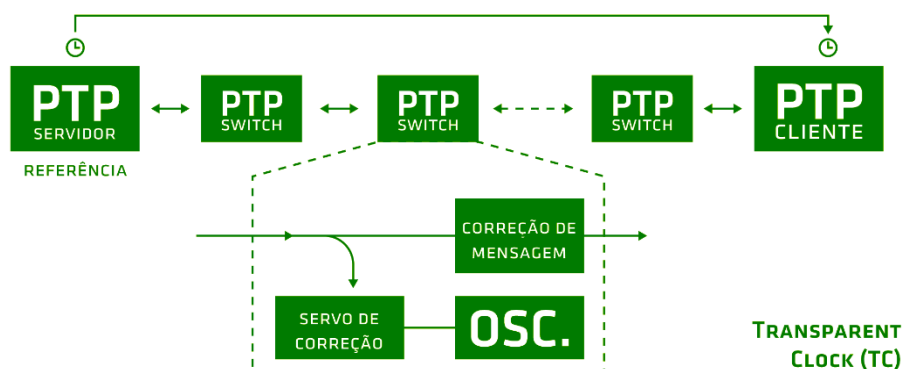


Figura 8 - Mecanismo interno dos switches que operam como TC.

No modo de relógio transparente não existe um relógio de referência em cada switch, mas um mecanismo que mede o atraso interno entre a chegada e a saída da mensagem PTP. Não importa quanto tempo a mensagem permaneça dentro do switch antes de prosseguir viagem, quando sair conterá a informação do tempo que efetivamente ficou parada, incluindo o atraso na fila de transmissão. O efeito prático será de compensação total do tempo de permanência, tornando a medida de atraso total determinística.

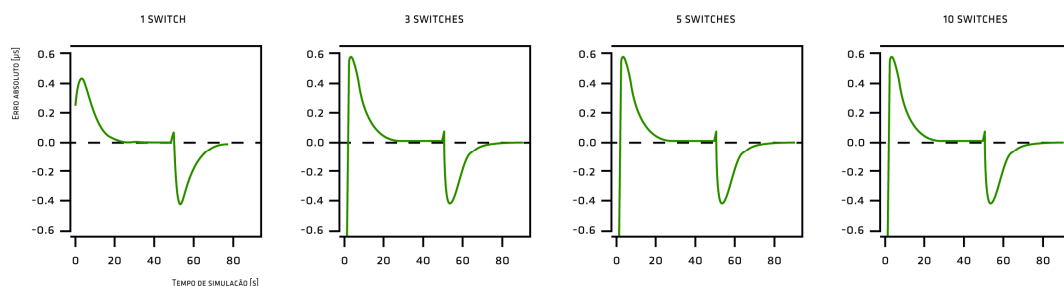


Figura 9 - Propagação de erro em cadeia de switches TC.

A simulação de uma cadeia de switches configurados como relógio transparente mostra que a precisão se mantém, resultando em alta escalabilidade com precisão abaixo de 1 μ s com monotonicidade, como exigido pela norma.

2.4.3 Ponto de entrada do relógio de fronteira

Os switches que implementam relógios de fronteira (*Boundary Clock*) normalmente admitem receber mais de uma referência de tempo em PTP, mas ao contrário do que o senso comum indicaria, estas referências não precisam necessariamente estar conectadas fisicamente no mesmo switch. Ao invés disso, teoricamente qualquer porta poderia ser programada como escrava para receber a referência de tempo, mesmo que venha através de outros switches.

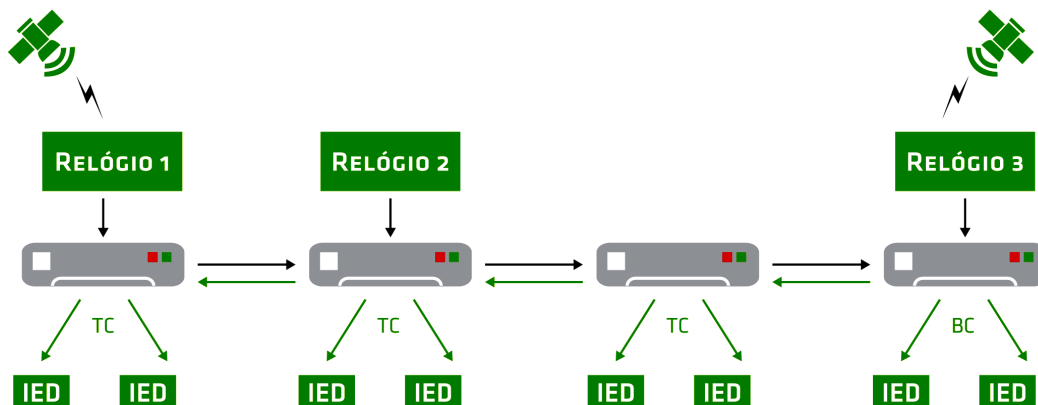


Figura 10 - Configuração com switches BC e TC com redundância de referência.

Na figura acima estão representadas 3 referências de tempo, sendo 2 de alta qualidade (GPS) e uma terceira de baixa qualidade, todas alimentando o switch configurado como BC. Este switch selecionará a melhor referência de tempo entre as 3 opções e a distribuirá pelo barramento de processo aos IEDs. Esta configuração atende tanto topologia de barramento aberto quanto topologia de anel.

3.0 - COMUNICAÇÃO NA SUBESTAÇÃO

A subestação típica é dividida em 3 níveis hierárquicos:

- estação (*station*), definido em IEC61850-8-1
- vão (*bay*), definido em IEC61850-7
- processo (*process*), definido em IEC61850-9-1 (*GOOSE/GSSE*) e IEC61850-9-2 (*SampledValues*)

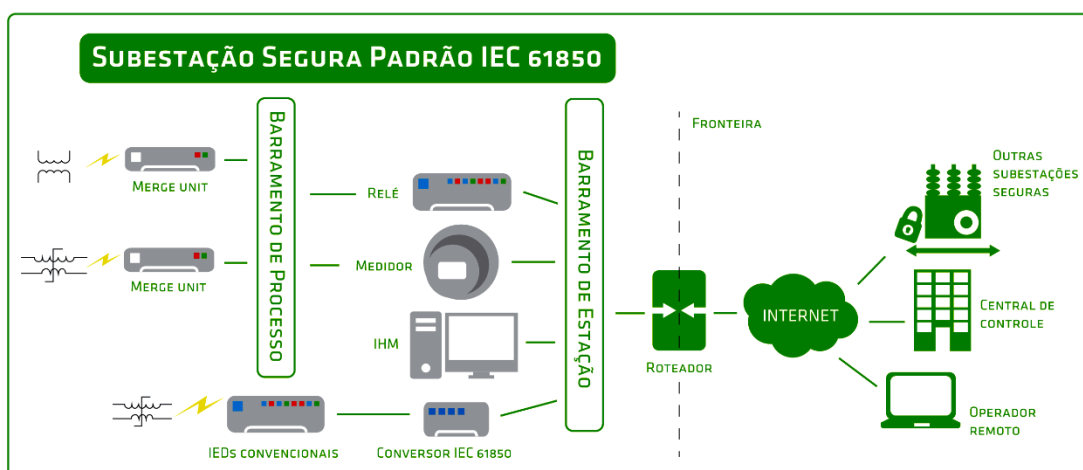


Figura 11 - Níveis hierárquicos na subestação segundo a norma IEC61850.

Na figura acima estão representados os 3 níveis hierárquicos e entre eles 2 barramentos lógicos de comunicação, que podem ser implementados com 2 meios físicos (barramentos) distintos ou usando apenas um meio físico e segregação lógica de tráfego por meio de VLANs (*Virtual Local Area Network*).

As *Merge Units* são equipamentos que realizam as medições de tensão e corrente de forma síncrona e enviam para outros IEDs, como registradores de perturbação, medidores e relés de proteção. A comunicação entre eles é feita pelo barramento de processo, um meio físico compartilhado e formado por switches de alta velocidade (mínimo 100 Mbps por porta). As amostragens de corrente e tensão dentro da *Merge Unit* são sempre sincronizadas com uma referência de tempo de precisão para permitir a medição fasorial, portanto o PTP precisa estar presente no barramento de processo.

Os consumidores da informação gerada pelas *Merge Units* não precisam estar sincronizados, pois a informação de tempo (*timestamp*) é enviada junto com o valor medido (*sampledvalues*). Portanto, a referência de tempo de alta precisão é fundamental e obrigatória na implementação do barramento de processo, mas apenas desejável nos demais níveis hierárquicos da subestação.

3.1 Redundância no barramento de processo

O barramento de processo pode ser implementado usando diversas topologias simples (barramento aberto e barramento em anel) ou topologias mais elaboradas, como HSR (*High-availability Seamless Protocol*) e PRP (*Parallel Redundancy Protocol*).

A distribuição da referência de tempo usando PTP pode ser implementada em todas topologias, mas em HSR tende a ser mais complexa devido ao comprometimento dos próprios IEDs nas tarefas de comutação de pacotes, atividade típica dos switches.

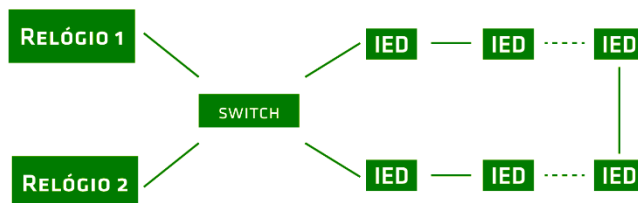


Figura 12 - Topologia HSR de alta disponibilidade.

Na topologia PRP os IEDs são apenas consumidores da informação de sincronismo, facilitando a sua implementação com switches e relógios.

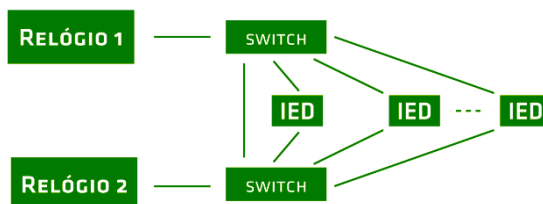


Figura 13 - Topologia PRP de redundância.

Naturalmente os IEDs precisam estar preparados para tratar mensagens em duplicata, tanto na topologia HSR quanto em PRP.

4.0 - CONCLUSÃO

A necessidade de maior precisão na sincronização temporal surgiu aos poucos, com a evolução das tecnologias e processos dentro da subestação. O nível de exigência de confiabilidade em ambientes deste tipo impulsiona o desenvolvimento de equipamentos cada vez mais robustos e inteligentes que operam de maneira síncrona entre si. A busca pela qualidade da informação de medição força os limites, e novas normas surgem para organizar o caos e provocar os fabricantes com a questão interoperabilidade.

Neste contexto, a norma IEC61850 foi um marco considerável, ditando como os equipamentos da subestação deverão se comportar de forma macro, mas permitindo implementações criativas de cada fabricante desde que

adotem a mesma interface lógica de comunicação. O mote é liberdade de criação com responsabilidade de operação.

O denominador comum passa a ser o tempo e como ele pode ser formatado para sincronizar os diversos IEDs mantendo a harmonia na subestação. Se a necessidade de precisão aumenta, novos protocolos de sincronização são propostos, não necessariamente mais complexos do que a geração anterior, mas precisam inovar em forma e/ou conteúdo.

O PTP foi uma evolução do NTP, uma inovação e não uma ruptura. Os conceitos simples ainda se aplicam, mas agora contam com agentes especiais para alcançar o objetivo de alta precisão, que são os switches que compensam os atrasos entre gerador e consumidor de sincronismo. Este foi com certeza o sonho de todos os engenheiros que se debruçaram na prancheta à desenhar todos os protocolos de tempo anteriores. Tão importante quanto criar o protocolo é saber usá-lo. As opções estão postas.

5.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Jürgen Jasperneite and Khaled Shehab – **Enhancements to the Time Synchronization Standard IEEE-1588 for a System of Cascaded Bridges**. In *5th IEEE International Workshop on Factory Communication Systems (WFCS'2004)*.
- (2) John C. Eidson – **Measurement, Control, and Communication Using IEEE 1588 (Advances in Industrial Control)**. Springer; 2006 edition.
- (3) Geoffrey M. Garner – **Use of IEEE 1588 Best Master Clock Algorithm in IEEE 802.1AS**. Samsung Electronics, November, 2006.
- (4) Ron Cohen and Silvana Rodrigues – **Unifying Short and Long Messages, Contribution to Precise Networked Clock Synchronization**. Working Group – IEEE 1588 Revision, November 30, 2005.

6.0 - DADOS BIOGRÁFICOS



Nestor Charles Fernandes é graduado em Física (1982) e pós-graduado em Engenharia Elétrica - Sistemas de Controle (1984) pela Universidade Federal de Santa Catarina. Tem desenvolvido projetos de grande porte em hardware e software desde 1985 e hoje atua como CEO da Traceback Technologies e CTO da Link Precision.



Celso Luis de Souza possui graduação em Engenharia Elétrica - ênfase em Eletrônica pela Universidade de São Paulo (1986) e mestrado em Communication Systems - University of Southern California (1999). Atualmente é engenheiro de desenvolvimento - Reason Tecnologia S.A.. Tem experiência na áreas de Engenharia Elétrica, Eletrônica e Engenharia da Computação, com ênfase em Hardware, atuando principalmente nos seguintes temas: projetos de placas eletrônicas, projeto de FPGAs, sistemas de aquisição, circuitos de baixo consumo, equipamentos portáteis, comunicação infravermelha e gerenciamento de projetos.