



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

BR/GPC/21
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**

**IEC 61850 PROCESSAMENTO DE FUNÇÕES DISTRIBUÍDAS INTEGRANDO UACS DE CONTROLE E IEDS DE
PROTEÇÃO**

**Eng. Leandro de Souza
ALTUS SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO SA**

RESUMO

Após termos as mensagens GOOSE, com aplicações bastante consolidadas em aplicações nos diversos agentes, chega o momento de explorarmos a utilização um pouco mais além. Não somente a mera transmissão de informações está em jogo mas, com um pouco de imaginação, os sistemas podem ser otimizados aplicando-se o conceito de processamento distribuído de macro funções, envolvendo inclusive IEDs de controle e proteção funcionando juntos nestas tarefas.

Este artigo discute esta possibilidade, mostrando os benefícios da aplicação bem como os cuidados a serem tomados na seleção adequada dos tipos de mensagens GOOSE, velocidade de processamento dos IEDs envolvidos, com algumas considerações sobre redundância e ferramentas de configuração.

PALAVRAS-CHAVE

GOOSE, funções, distribuição, cuidados, análise.

1.0 - INTRODUÇÃO

As mensagens GOOSE representaram um grande avanço e modificaram bastante a forma de se elaborar projetos em subestações nos últimos anos, face à possibilidade de transmissão de dados entre IEDs o que, antigamente, era impossível, pelo menos nas velocidades requeridas, ou pouco confiável. Os projetos, principalmente a parte de fiação para intertravamento, sofreram grande modificação neste período, com a transferência destes dados para a rede de comunicação, a partir apenas de configuração.

Após passada esta fase de conhecimento e consolidação das aplicações, novos horizontes vão se abrindo, à medida que o grau de confiança vai se ampliando: percebemos que mais otimizações podem ser feitas: uma funcionalidade pouco explorada, que é o processamento distribuído de funções, pode ajudar bastante – sua utilização permite, por exemplo, que informações ou funções elementares não precisem ser repetidas ou ainda, que informações provenientes do processo não precisem ser cabeadas ao sistema várias vezes, a todos os IEDs que necessitam desta informação. Um exemplo típico é a posição de disjuntores, que normalmente é requerida pelas funções de falha de disjuntor, religamento automático e, obviamente, para controle (emissão de comandos de operador).

Mas, para que esta otimização tenha sucesso, devemos tomar alguns cuidados: as mensagens GOOSE nem sempre são rápidas, a norma prevê tempos de monitoração diferentes. Adicionalmente, devemos os tempos de processamento dos diversos IEDs envolvidos – também aí a norma não limita a aplicação, devendo sempre a documentação do fabricante ser consultada.

O usuário responsável pela configuração é, neste caso, também responsável pela análise das informações desta documentação, para se certificar que a aplicação é adequada e não tenhamos efeitos inesperados.

A motivação principal deste trabalho é divulgar tais informações aos usuários, analisando pequenos detalhes que, bem contornados, podem trazer um benefício enorme à aplicação, mas por outro lado, também podem se tornar “armadilhas” que poderão causar no mínimo, um grande retrabalho nas fases de testes de aceitação, tanto em fábrica como em campo.

2.0 - FUNCIONALIDADES DISPONÍVEIS

2.1 Grupos de Funcionalidades dentro do tema lógica

A figura 1 abaixo, extraída da parte 5 da IEC61850 [1], mostra a ideia do funcionamento de funções em processamento em múltiplos IEDs. Cabe aqui um rápido comentário sobre o significado desta figura, para aqueles que ainda não estão familiarizados com estes detalhes da norma.

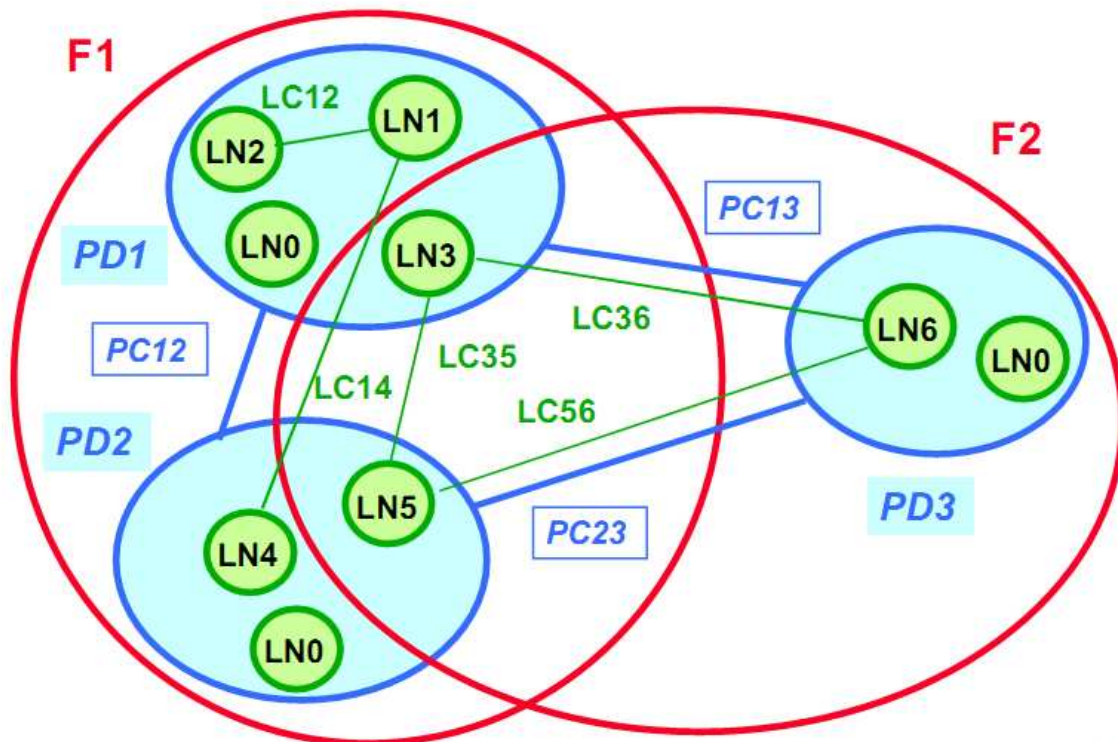


Figura 1: processamento em múltiplos IEDs (da IEC61850, parte 5)

A figura mostra as macro funções F1 e F2, sendo processadas por 3 IEDs diferentes, chamados na figura de PD1, PD2 e PD3 (Physical Device).

Cabe um lembrete para evitar confusão: isto é definido utilizando a palavra *função*. Note-se porém que, na definição de LN (Logical Node) a norma também usa a palavra *função*, porém acompanhada do adjetivo “elementar”. O Logical Node pode-se dizer que também é uma função, entretanto, elementar, sendo considerado como elemento básico para a configuração de funcionalidades mais complexas.

O que vemos aqui definidos como F1 e F2 trata-se de funcionalidades específicas, configuradas, ou seja, funções macros, específicas de alguma aplicação, que se utilizam de Logical Nodes como elementos básicos. Os LNs em geral, são funções de sobrecorrente, distância, diferenciais, monitoração de disjuntores, seccionadores, etc.

F1 e F2 podem ser exemplos de funções mais complexas – uma rejeição de cargas processada em vários IEDs, por exemplo, um LN de subfrequência inicia o processo transmitindo sinais a outro que processa prioridades, que por sua vez transmite a outros ainda para efetuar o disparo das cargas a serem descartadas.

No exemplo, a função F1 é executada pelos LNs 0, 1 e 2 de PD1 e LN0 e 4 do PD2. A macro função F2 é executada pelos LNs 3 de PD1, 5 de PD2 e 6 de PD3.

Isto também poderia se encaixar numa proteção de barras, por exemplo, que recebe de outros IEDs as posições dos seccionadores que indicam a configuração atual do barramento.

Os exemplos acima representam 2 casos bastante significativos: se falamos de IEDs transmitindo a posição de seccionadores para a proteção de barras, estamos falando de manobras que ocorrem na casa de 15 a 30s. A proteção de barras deve atuar rapidamente, mas reconfiguração do barramento vai levar segundos e a velocidade do GOOSE, neste caso, é totalmente irrelevante.

Já no outro caso, onde estamos falando em rejeição de cargas, baseado em subfrequência, é uma função onde as mensagens devem trafegar causando ações em intervalos de tempo da ordem de 100 a 200ms, incluindo tempos de abertura de disjuntores.

O primeiro exemplo é comparável ao que acontece nos intertravamentos, bastante utilizados aplicações mais recentes no sistema de transmissão, ao passo que o segundo fica mais relacionado a eventos de proteção. O primeiro, sem compromisso de tempo, o segundo com o compromisso de ocorrer dentro do universo dos ms.

2.2 Falando-se de quantidade de I/O físicos

Uma vez que em subestações, uma quantidade substancial de I/O se refere a dispositivos de proteção, geralmente temos a necessidade de grande número de I/O quando se fala em SEs antigas, com proteções eletromecânicas ou estáticas (não digitais), sem capacidade de comunicação.

Fora do tema proteção, vamos encontrar uma quantidade grande de informações e alarmes, que costumam necessitar de um certo cuidado, mas que acaba-se conseguindo contornar utilizando-se IEDs de proteção, geralmente com preços um pouco mais altos do que quando se trata de IEDs de controle. Conforme o fabricante do IED, as vezes, temos de lançar mão de mais de 1 IED para o desempenho adequado do controle e proteção de um vão qualquer.

O assunto fica ainda mais complicado quando se trata de usinas: uma quantidade, geralmente muito maior que a proteção, tem origem em dispositivos diversos, grande parte das vezes sem conectividade para integração direta ao sistema ou, quando possuem algum tipo de conectividade, geralmente é bem básica, usando protocolo ModBus ou algum equivalente, sem suporte à estampa de tempo e/ou informações de qualidade. Isto justifica a quantidade de I/O físicos geralmente requerida em projetos deste tipo.

Para atender a estes quesito, geralmente o caminho mais indicado é utilizar-se dispositivos de controle, com alta capacidade de I/O. Nestes casos, devemos estar mais atentos à capacidade de execução de lógicas do IED – lembrando que o GOOSE depende sim de lógica, já que a CPU deve monitorar a informação a cada certo intervalo de tempo, em ms, disparando o envio da mensagem ao detectar a mudança

3.0 - GOOSE – PRINCIPAIS CUIDADOS

3.1 Tempo de Monitoração

Geralmente, quando se pensa em GOOSE, existe um entendimento mais ou menos generalizado que é uma mensagem rápida sempre. Até podemos dizer que sim, quando comparamos com os tempos de comunicação habituais entre os dispositivos de nível 1 (interfaces com o processo) e os de níveis superiores (supervisórios locais ou supervisão remota). Mas, dentro deste universo, vamos ter tempos de monitoração diferentes. O item 18.2 da parte 7-2 da norma, define as características do chamado GCB – Goose Control Block, onde podemos destacar os seguintes itens principais:

- O sistema monitora as variáveis contidas em determinado bloco de informações;
- Quando pelo menos uma delas muda de valor, o tempo para a transmissão passa a ser $t=t_{min}$;
- Decorrido t , todo o bloco é transmitido, entendido que nada mais tenha mudado;
- O sistema faz $t=2*t$ – ou seja: dobra o tempo para a próxima transmissão;
- Executa a transmissão após decorrido o intervalo t ;
- Repete os 2 últimos blocos, até que $t>t_{max}$, e neste caso, faz $t=t_{max}$ e continua a transmissão a cada intervalo de tempo t ;

Em rápidas palavras: quando muda uma informação, transmite em t_{min} , aumenta o tempo até chegar a t_{max} , executando várias transmissões. Uma vez alcançado t_{max} , a transmissão continua, mesmo que nada mude, segundo a norma, para permitir que IEDs recém ativados possam receber e conhecer os estados dos GOOSE de outros IEDs, mesmo que nada mude.

De uma maneira geral, na maioria dos fabricantes, um GOOSE rápido tem $t_{min} \leq 4\text{ms}$ e $t_{max} \geq 1\text{s}$. Estes tempos ocasionam a transmissão de uma “rajada” quando uma informação muda: 4ms a primeira, 8ms a segunda, 16ms a terceira, até alcançar 1000ms, que podemos chamar de tempo de transmissão regular, que vai ocorrer independente da mudança.

Tempos desta ordem, podemos dizer que atendem plenamente aos requisitos de proteção – recapitulando os exemplos no item anterior, se estivermos tratando de uma subfrequência que iniciará uma rejeição de carga, ao ser ativada a informação, em menos de 4ms será transmitida aos demais IEDs que poderão continuar o processamento. Por exemplo, a subfrequência é transmitida em 4ms, um segundo IED pode estabelecer quais alimentadores devem ser desligados ou ter isto pré estabelecido, com base no consumo atual e, também em 4ms, transmitir os sinais de trip para os IEDs que controlam os disjuntores respectivos.

Em outra aplicação, o estado de um disjuntor muda e, no máximo em 4ms, é transmitido por exemplo, para IEDs que estão executando as funções de falha de disjuntor ou religamento automático. Em ambos os casos, teremos os quesitos de proteção atendidos.

3.2 Mensagens de menor prioridade

Não podemos esquecer entretanto, que os diversos fabricantes definem também mensagens de menor prioridades, ou seja, com t_{min} e t_{max} diferentes dos mostrados no item anterior. Em alguns IEDs, este grupo pode chegar a ser $t_{min}=300\text{ms}$, $t_{max}=3000\text{ms}$ ou algo desta ordem.

Nestes casos, se a aplicação for, por exemplo, a transmissão de posição de seccionadores, que retratem a configuração atual do barramento, para uma proteção de barras, o tempo estaria ok, se a proteção possuir uma zona total (overall, ou check-zone) que impeça a atuação indevida de uma zona de proteção individual, a menos que a zona total também apresente desequilíbrio.

Mas, se pensarmos nos exemplos do item anterior: uma posição de disjuntor transmitida para um IED que está processando a função 50/62BF – teremos que 300ms de atraso podem determinar a atuação indevida do falha de disjuntor, causando um estrago enorme na operação.

Da mesma forma, se for um religamento automático, em 300ms de atraso, o relé vai entender que o disjuntor não abriu, abortando o ciclo de religamento.

Se for uma rejeição de cargas por subfrequência, 300ms para transmissão já pode ter passado do tempo máximo de estabilidade do sistema, tornando inútil o que se venha a fazer após isto.

Neste tipo de aplicação, é extremamente crítico escolher os tempos de monitoração corretos, sob pena de falha total da função a ser executada.

3.3 O que o mercado oferece

Para que o leitor tenha uma ideia geral, alguns exemplos de implementações de fabricantes diferentes podem ser visto nos itens a seguir:

3.3.1 GOOSE fixo

Alguns IEDs, geralmente da época das primeiras implementações da norma, podem ter mensagens GOOSE fixas, isto é, o usuário não pode mexer em seus tipos e quantidades. Geralmente um grupo significativo de informações, como atuação e/ou partida de proteções são transmitidas sempre que o usuário as ativar para transmissão.

3.3.2 GOOSE configurável por grupos

Outro exemplo, um fabricante oferece 8 grupos configuráveis de GOOSE, sendo os 2 primeiros transmitidos com $t_{min}=4ms$ e $t_{max}=1000ms$. Os demais grupos são transmitidos com $t_{min}=300ms$ e $t_{max}=2000ms$.

Notar que os 2 primeiros grupos atendem com facilidade os quesitos de proteção, já os demais grupos possuem tempos compatíveis com intertravamentos e outras funções de baixa velocidade.

3.3.3 GOOSE por definição de prioridade do grupo

Outro fabricante oferece uma definição para cada grupo de transmissão, do um parâmetro "priority", dividindo em 3 níveis: "High", "Medium" e "Low".

A prioridade "High" define t_{min} e t_{max} em valores compatíveis com a proteção, geralmente 4ms e 700ms (podem ser alterados pelo usuário). Já as definições "Medium" e "Low" possuem tempos bem maiores, compatíveis com funções de baixa velocidade.

3.3.4 GOOSE fixo e configurável

A implementação de outro fabricante bem conhecido, prevê um grupo de GOOSE fixo, transmitido em alta velocidade (o usuário pode, através de configurações internas de lógica, determinar qual evento interno ao relé dispara cada um dos GOOSE fixos).

Outros grupos estão disponíveis, porém com t_{min} não configurável, podem estar acima das necessidades de proteção.

4.0 - CAPACIDADE DE EXECUÇÃO DE LÓGICA

4.1 Geral

Neste ponto, mais um detalhe pode nos causar resultados inesperados: mesmo que o GOOSE esteja sendo monitorado para transmissão, por exemplo, em $t_{min}=3ms$, a capacidade de execução de lógica pode ser determinante. Se o *scantime* da lógica do IED for, por exemplo, de 50ms, não adiantaria o GOOSE ser transmitido em 3ms, mas a informação ter levado 50ms para ser disponibilizada internamente ao IED.

Por isso, este tempo também deve ser levado em consideração.

4.2 Opções de mercado

No geral, os IEDs com funções relacionadas à proteção, podem possuir lógicas rápidas, que são atualizadas em tempos compatíveis com a proteção.

Mas, para aumentar a capacidade de lógicas específicas de usuário, geralmente várias opções de lógicas são oferecidas, alguns fabricantes com 2 tipos, chamadas de lógicas de proteção (rápidas) e lógicas de automação (mais lentas). Outros chegam a oferecer 4 classes diferentes, como por exemplo, lógica rápida – atualizada antes da proteção, lógicas rápidas de prioridade menor, atualizadas após a proteção, lógicas de controle, atualizadas a cada 300ms e lógicas de medição, atualizadas a cada 700ms.

Nestes casos, também a escolha errada da lógica empregada, pode causar atrasos maiores do que 700ms na disponibilização da informação, colocando a perder a execução correta das macro funções previstas.

Principalmente quando se necessita de IEDs de alta capacidade de I/Os, verificar se os mesmos possuem lógicas rápidas, compatíveis com os tempos de proteção – notar que, mesmo em relés, temos lógicas lentas. Em IEDs de controle, este efeito é mais marcante.

5.0 - OUTRAS VARIÁVEIS – SEGURANÇA E FERRAMENTAS DE CONFIGURAÇÃO

5.1 Grau de confiabilidade da informação recebida por GOOSE

A segurança continua sendo sempre fator primordial a cada nova aplicação. Não poderíamos deixar de abordar, ainda que rapidamente este tema: o processamento em diversos IEDs simultaneamente otimiza o projeto mas, uma falha no IED de origem das informações, pode causar um “efeito dominó” propagando a falha por outros dispositivos, causando a perda de confiabilidade das macro funções.

Como os fabricantes possuem implementações diferentes também neste quesito, é importante conhecer o que cada um oferece.

De uma maneira geral, podemos dizer que um receptor de GOOSE vai manter sua última posição, quando perde o IED de origem da informação (Publisher). Muitas vezes, isto pode ser extremamente perigoso.

Devemos considerar também que, uma minoria dos IEDs disponíveis no mercado permitem configurar o estado da recepção do GOOSE no destino (subscriber) de forma que assuma posições seguras na ocasião de perda de comunicação com o Publisher.

Neste caso, podemos por exemplo, numa situação que um disjuntor aberto libere a manobra de um seccionador em outro IED, via GOOSE, configurar o subscriber para, em caso de perda de comunicação com a origem, declarar a posição do disjuntor como “fechado”. Neste caso, a macro função ficará numa “posição segura”, isto é, na dúvida sobre a real situação, a manobra fica bloqueada.

Mas isto é uma exceção. Normalmente isto não é configurável. O usuário deve, quando assim acontece, utilizar da lógica: o fabricante deve sempre disponibilizar uma informação booleana, indicando que o IED de origem está ok. O usuário, neste caso, é responsável por utilizar esta informação em suas lógicas, para garantir que estarão em posição segura, em caso de perda de comunicação.

Em caso de redundância, isto é, a informação pode ser a mesma a partir de 2 IEDs diferentes, também o usuário deve incluir em suas lógicas as informações de integridade dos IEDs de origem, fazendo com que a macro função seja executada sempre com base na informação correta.

5.2 Ferramentas Adequadas

Infelizmente, no estágio atual, o mercado não está oferecendo ferramentas de configuração que disponibilizem ao usuário rotinas padronizadas para prever as diversas situações de falta de confiabilidade.

Tudo deve ser feito na lógica pelo usuário.

6.0 - CONCLUSÕES

Mais uma vez, a IEC61850 vem disponibilizando uma série de possibilidades ainda pouco exploradas em aplicações atuais. O processamento distribuído pode ser uma excelente funcionalidade para otimizar os recursos de uma instalação, tão importantes nos dias atuais, onde os leilões do atual modelo de regulação do mercado forçam os preços para baixo e, por outro lado, muitas por indisponibilidade podem baixar ainda mais a receita dos agentes, os sistemas devem ser cada vez mais confiáveis mantendo-se os custos baixos.

Considerando que os IEDs aderentes à IEC61850 geralmente possuem custos mais elevados, só vale a pena sua utilização se o usuário explorar ao máximo suas possibilidades de otimização. Neste caso, o processamento distribuído pode ser uma grande ferramenta, permitindo aos usuários otimizar seus sistemas sem duplicação de informações com várias lógicas executadas em conjunto.

Mas, é importante que leve em consideração o seguinte:

- os IEDs não possuem capacidades ilimitadas: sempre vamos conviver com GOOSEs e lógicas rápidas e lentas;
- cabe ao usuário a tarefa de escolher adequadamente, mantendo um equilíbrio entre utilização de recursos do IED, para que se obtenha o resultado final positivo;
- deve existir uma clara distinção entre as funções que precisam de GOOSE e lógicas rápidas e de outras que podem ser utilizadas em velocidades mais baixas (tempos mais longos).
- escolha de IEDs adequados que possam executar as funções em harmonia de tempos.

7.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(1) IEC61850, parte 5, – item

(2) IEC 61850 parte 7-2 – item 18.2