

SENDI 2004

XVI SEMINÁRIO NACIONAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

**A Concepção de um Software Conversor de Protocolos Multicanal**

**C. Simões**

**Spin Engenharia de Automação Ltda.**

[simoes@spinengenharia.com.br](mailto:simoes@spinengenharia.com.br)

**J. A. S. B. Porto**

**Spin Engenharia de Automação Ltda.**

[porto@spinengenharia.com.br](mailto:porto@spinengenharia.com.br)

**Palavras chaves:** Dispositivos Eletrônicos Inteligentes (IEDs), Gateway, Protocolos de Comunicação, Protocolos Mestre / Escravo, Software SCADA.

**Resumo:** Esse trabalho apresenta a concepção de um Software Conversor de Protocolos Multicanal, referenciado doravante como Gateway. O Gateway pode ter tantos canais de comunicação quantos necessários, seriais ou em rede, traduzindo todos os protocolos suportados para, inicialmente, quatro protocolos do tipo escravo ou balanceado que são: OPC Server, IEC-60870-5-101, MODBUS e ALNET2.

Por dispor de uma IHM e um simulador, o Gateway pode também ser usado para testar a parametrização de softwares SCADA bem como a conexão com dispositivos eletrônicos inteligentes (IEDs).

**Abstract:** This paper presents the conception of a Multichannel Protocol Translator Software, referenced from now as Gateway. The Gateway can have as many communication channels as necessary, serial or network, translating all the protocols supported for, initially, four slave or balanced protocols that are: OPC Server, IEC-60870-5-101, MODBUS and ALNET2.

As the Gateway reckons on a man-machine interface (MMI) and a simulator, it can also be used to test customization of SCADA software as well as connections of SCADA and intelligent electronic devices (IEDs).

## 1. INTRODUÇÃO

A evolução do processo de automação tende a transformar, praticamente, todos os equipamentos de proteção, medição, comando e controle em dispositivos eletrônicos inteligentes (IEDs) com um ou mais processadores que executam suas funções fim e disponibilizam os resultados, através de protocolos de comunicação, para equipamentos de controle superviso.

Na automação de subestações e usinas, ambiente para o qual o Gateway foi originalmente desenvolvido, é comum existir, em uma mesma planta de automação, diferentes IEDs com diferentes protocolos. Mais que isso, essas plantas devem centralizar a informação desses IEDs em um único equipamento e se comunicar com um ou mais centros, de nível hierárquico superior, utilizando outros protocolos. A integração desses equipamentos em uma mesma solução é, em muitas implantações de sistemas de automação, uma das atividades mais complexas de todo o processo.

Como resultado da experiência de utilizar o software SCADA ActionView, desenvolvido pelos autores, para automatizar dezenas de plantas com essas características, subdividiu-se, inicialmente, esse software em vários módulos funcionais onde um deles passou a ser um servidor de comunicação e Banco de Dados de Tempo Real (BDTR). Esse módulo evoluiu para um novo produto, independente do SCADA, tendo como objetivo principal ser um tradutor de todos os protocolos suportados, com as seguintes funcionalidades:

- Permitir que o usuário, através de uma IHM amigável, crie um projeto onde são definidos vários canais, tendo cada canal um protocolo qualquer, dentre os suportados;
- Dentro de um mesmo canal, permitir que o usuário defina uma ou mais IEDs;
- Para cada IED permitir que o usuário defina os pontos de entrada e saída analógicos e digitais;
- Relacionar dois canais, traduzindo o protocolo de um para o outro, bastando para isso copiar os pontos do canal origem e colar no canal destino, alterando as propriedades que definem o ponto no canal destino;
- Uma vez ativado o módulo "run-time" do projeto, o software trata os dados dos canais definidos como protocolos cliente disponibilizando-os nos canais definidos como protocolos servidor, permitindo também, através de uma IHM amigável, a visualização do estado / valor dos pontos lidos, bem como a simulação da mudança do estado / valor desses pontos.

O capítulo 2 apresenta peculiaridades na automação de subestações, usinas e plantas industriais que motivaram o desenvolvimento do Gateway.

O capítulo 3 apresenta as funcionalidades do Gateway na criação e implementação de um projeto.

O capítulo 4 apresenta as ferramentas de suporte e depuração disponibilizadas no Gateway.

O capítulo 5 apresenta duas outras utilidades do Gateway, que não a tradução de protocolos, que são o seu uso na elaboração de testes de laboratório da parametrização de um software SCADA e no teste de comunicação com IEDs.

O capítulo 6 apresenta as conclusões do trabalho.

## 2. MOTIVAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DO GATEWAY

A motivação inicial para o desenvolvimento do Gateway surgiu de duas demandas distintas:

- Necessidades de Gateway na automação de subestações e usinas;
- Necessidades de Gateway em sistemas de automação predial e industrial, visando integrar IEDs de subestações.

O produto desenvolvido, entretanto, tem um uso genérico em automação, atendendo a diversas outras demandas como será apresentado nesse trabalho.

### 2.1. Automação de Subestações e Usinas

Na automação de subestações e usinas é comum existir um processador de comunicação que se liga como cliente com IEDs de interface com o processo elétrico, como por exemplo:

- Relés digitais de proteção;
- Multimetro de grandezas elétricas;
- Unidades terminais remotas (UTR's);
- Controladores lógicos programáveis (CLP's);
- Osciloscópios;
- Reguladores de velocidade e tensão;
- Dispositivos de sincronismo;
- Etc.

Esses IEDs possuem diferentes protocolos, muitos deles orientados a aplicações elétricas, como por exemplo: IEC-60870-5-101, IEC-60870-5-104, DNP 3.0, Courier (proprietário da Alstom), Telegyr 5700 (proprietário da Lands & Gyr), Telnet 2030 (proprietário da Schweitzer), GE MLink+ (proprietário da GE), etc. Da mesma forma, esse processador de comunicação que concentra todos os dados da planta deve se comunicar como servidor com centros de nível hierárquico superior. Com a desregulamentação do setor elétrico, plantas de subestações e usinas devem se comunicar, geralmente, com um ou mais centros de controle do tipo Centro Regional, Centro de Operação do Sistema, Centros de Operação dos Organismos Governamentais, etc.

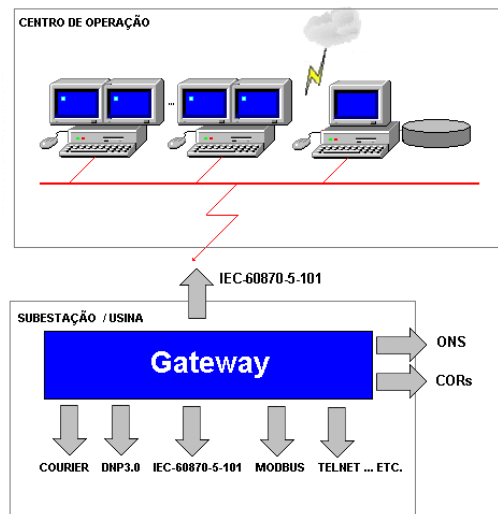


Figura 1 - Necessidade de gateway em subestações e usinas

Os dois protocolos mais usados por essas concessionárias para a comunicação entre as plantas e os centros são o IEC-60870-5-101 e DNP 3.0. Outros protocolos tem sido usados, mas ainda em menor escala. Assim, para implantar plantas de subestações e usinas é usual necessitar-se de um Gateway que traduza os protocolos servidores dos diversos IEDs para os protocolos servidores padronizados para a comunicação com os centros de controle, conforme mostra a figura 1.

## 2.2. Automação de Sistemas Prediais e Industriais

Na automação de sistemas prediais e industriais, utilizando softwares SCADA padrão de mercado, existe dificuldade na integração de vários IEDs das subestações devido aos protocolos orientados a aplicações elétricas não serem, frequentemente, suportados pelos software SCADA. Por outro lado, quase todos os supervisórios suportam o protocolo OPC Client (Ole for Process Control - mestre) definido pela Microsoft como padrão para a automação em ambiente Windows. Nesses casos, como mostra a figura 2, é necessário um Gateway que traduza os protocolos elétricos para um protocolo suportado.

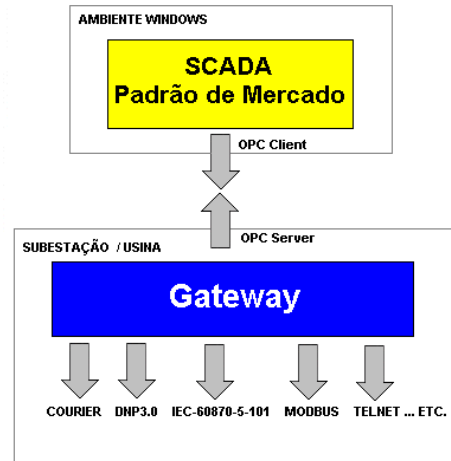


Figura 2 – Necessidade de gateway em automação predial e industrial

Ainda nessas aplicações, alguns fabricantes de relés buscaram uma solução para viabilizar a conexão de seus produtos a softwares SCADA existentes nos clientes, encontrando como solução o uso de OPC através de um Gateway.

### 3. FUNCIONALIDADES DO GATEWAY

O Gateway é um processador multiprotocolo de comunicação projetado para funcionar como tradutor de “n” para “m” protocolos. Ele suporta protocolos ponto a ponto e multiponto, seriais ou em rede, tendo sido desenvolvido em C++, ambiente Windows®, utilizando arquivos de “resource” que o torna localizável para qualquer idioma. Na versão inicial disponibiliza as línguas português e inglês.

A partir da lista de pontos dos IEDs pode-se criar em menos de uma hora um projeto que implementa a aplicação desejada.

#### 3.1. Componentes do Gateway

O Gateway é composto de dois programas:

- **Módulo de Configuração e Visualização:** É um aplicativo que permite a parametrização de um projeto, com a definição das características dos canais de comunicação, protocolos, IEDs e pontos de entrada e saída existentes em cada IED. Possui também uma interface para a visualização em tempo real dos dados dos IEDs, emissão de comandos de escrita, visualização de eventos, controle de partida e parada do "run-time" e simulação de estado / valor de pontos.
- **Módulo “Run-time”:** É o programa responsável pela leitura da tabela de pontos e construção da base de dados de tempo real (BDTR). Uma vez criada o BDTR, são abertos os canais de comunicação, conforme parametrizados no arquivo do projeto e é iniciada a comunicação utilizando os protocolos especificados para cada canal. De uma forma simplista pode-se dizer que o módulo “run-time” como cliente (mestre) dos IEDs de interface com o processo lê os pontos digitais e analógicos desses IEDs e os coloca em memória, em tabelas dos protocolos servidores (escravos). Os clientes externos do Gateway buscam esses dados dos protocolos servidores assim como os comandam, enviando ordens aos IEDs.

#### 3.2. Módulo de Configuração

Através do módulo de configuração e visualização cria-se um projeto onde são definidos os diversos canais. Para cada canal especifica-se o protocolo usado e os IEDs existentes, com parâmetros que os caracterizam. Canais com mais de um IED devem utilizar protocolos multiponto.

A figura 3 mostra o exemplo de um projeto onde são criados três canais, sendo um DNP3.0, um MODBUS e um IEC-60870-5-101. Nesse projeto, o Gateway fará a tradução dos protocolos DNP 3.0 e MODBUS para IEC-60870-5-101.

A figura 4, a título de exemplo, mostra as janelas do gateway para a parametrização de um canal “DNP 3.0” e de um IED desse canal.

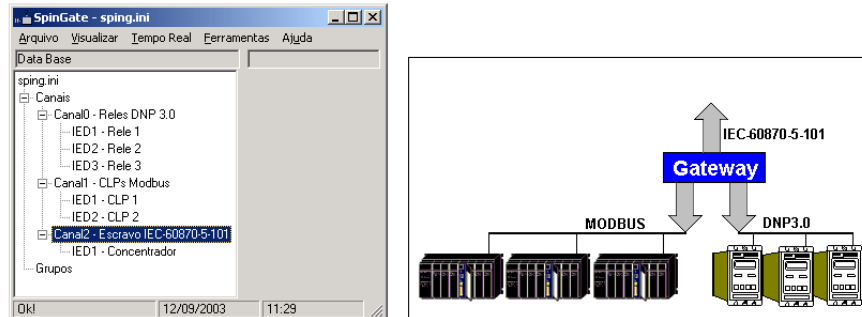


Figura 3 – Exemplo de projeto configurado pelo Gateway

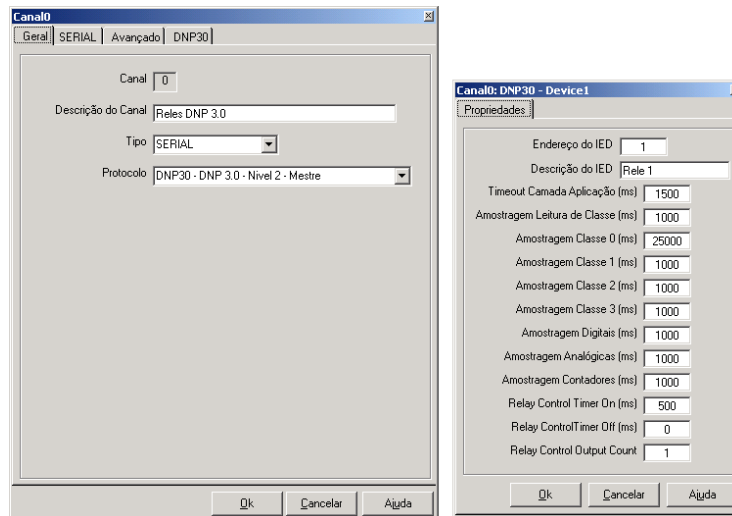


Figura 4 – Janelas de parametrização de um canal e um IED em DNP 3.0

Uma vez definidos os canais e IEDs, define-se os pontos de entrada e saída, analógicos e digitais, associados a cada IED, conforme apresentado na figura 5.

|    | Protocolo | Grupo  | Variável | Tipo | Endereco1 | Endereco2 | Banda | Amostragem | Eventos | Escala | Descri          |
|----|-----------|--------|----------|------|-----------|-----------|-------|------------|---------|--------|-----------------|
| 1  | DNP30     | Rele 1 | AmpA     | EAI  | 1:1       | 0         | 0     | 0          | 0       | 0      | Corrente Fase A |
| 2  | DNP30     | Rele 1 | AmpB     | EAI  | 1:1       | 1         | 0     | 0          | 0       | 0      | Corrente Fase B |
| 3  | DNP30     | Rele 1 | AmpC     | EAI  | 1:1       | 2         | 0     | 0          | 0       | 0      | Corrente Fase C |
| 4  | DNP30     | Rele 1 | DJA      | ED   | 1:1       | 0         | 0     | 0          | 0       | 0      | Disjuntor A     |
| 5  | DNP30     | Rele 1 | DJB      | ED   | 1:1       | 1         | 0     | 0          | 0       | 0      | Disjuntor B     |
| 6  | DNP30     | Rele 1 | DJC      | ED   | 1:1       | 2         | 0     | 0          | 0       | 0      | Disjuntor C     |
| 7  | DNP30     | Rele 2 | AmpA     | EAI  | 2:1       | 0         | 0     | 0          | 0       | 0      | Corrente Fase A |
| 8  | DNP30     | Rele 2 | AmpB     | EAI  | 2:1       | 1         | 0     | 0          | 0       | 0      | Corrente Fase B |
| 9  | DNP30     | Rele 2 | AmpC     | EAI  | 2:1       | 2         | 0     | 0          | 0       | 0      | Corrente Fase C |
| 10 | DNP30     | Rele 2 | DJA      | ED   | 2:1       | 0         | 0     | 0          | 0       | 0      | Disjuntor A     |
| 11 | DNP30     | Rele 2 | DJB      | ED   | 2:1       | 1         | 0     | 0          | 0       | 0      | Disjuntor B     |
| 12 | DNP30     | Rele 2 | DJC      | ED   | 2:1       | 2         | 0     | 0          | 0       | 0      | Disjuntor C     |
| 13 | DNP30     | Rele 3 | AmpA     | EAI  | 2:1       | 0         | 0     | 0          | 0       | 0      | Corrente Fase A |
| 14 | DNP30     | Rele 3 | AmpB     | EAI  | 2:1       | 1         | 0     | 0          | 0       | 0      | Corrente Fase B |
| 15 | DNP30     | Rele 3 | AmpC     | EAI  | 2:1       | 2         | 0     | 0          | 0       | 0      | Corrente Fase C |
| 16 | DNP30     | Rele 3 | DJA      | ED   | 2:1       | 0         | 0     | 0          | 0       | 0      | Disjuntor A     |
| 17 | DNP30     | Rele 3 | DJB      | ED   | 2:1       | 1         | 0     | 0          | 0       | 0      | Disjuntor B     |
| 18 | DNP30     | Rele 3 | DJC      | ED   | 2:1       | 2         | 0     | 0          | 0       | 0      | Disjuntor C     |
| 19 | IEC870    | Rele 1 | AmpA     | EAF  | 1:1       | 1         | 0     | 0          | 0       | 0      | Corrente Fase A |
| 20 | IEC870    | Rele 1 | AmpB     | EAF  | 1:1       | 2         | 0     | 0          | 0       | 0      | Corrente Fase B |
| 21 | IEC870    | Rele 1 | AmpC     | EAF  | 1:1       | 3         | 0     | 0          | 0       | 0      | Corrente Fase C |
| 22 | IEC870    | Rele 1 | DJA      | ED   | 1:1       | 0         | 0     | 0          | 0       | 0      | Disjuntor A     |

Figura 5 – Lista parcial dos pontos do exemplo

Ferramentas de o tipo copiar e colar ao nível de linhas e colunas facilitam a criação da lista de pontos de cada IED. Na definição dos pontos, seu “tag” é composto de dois campos de nove caracteres que podem designar, por exemplo, o nome do equipamento onde se encontra o ponto (grupo) e a designação da variável nesse equipamento. O “tag” deve ser único entre IEDs conectados ao Gateway e define o relacionamento entre os pontos a serem traduzidos de um protocolo para outro, isto é, “tags” iguais em diferentes canais, sendo um cliente e vários servidores, definem vários canais cujo ponto será traduzido.

O endereço 1 corresponde ao endereço físico do IED e, em função do tipo de protocolo, pode designar também o grupo de leitura ou a classe ao qual pertence o ponto. Outros atributos permitem causar eventos espontâneos, converter valores em unidades de engenharia, definir atributos para pontos de saída, etc.

Para o protocolo OPC não é necessário o cadastramento de canais, dispositivos ou mesmo pontos. Todos os pontos existentes no Gateway são disponibilizados ao Servidor OPC. Isso porque o Gateway inclui um servidor OPC DA, compatível com as versões “1.0” e “2.0”, que faz a interface entre o servidor OPC e a base de dados em tempo real do Gateway.

Para utilizar o OPC Server, disponível no Gateway, basta que o cliente OPC se conecte ao OPC Server registrado na máquina alvo com o nome “SPIN.SpinGateOpcServerDA”. Uma vez estabelecida à conexão, se o Gateway “run-time” já estiver em execução, passará a servir o cliente através do protocolo OPC Server.

A figura 6 mostra um aplicativo exemplo fornecido pela Tecnosoftware AG que ao ser disparado encontra os servidores OPC registrados na máquina e possibilita a escolha de um para a conexão.

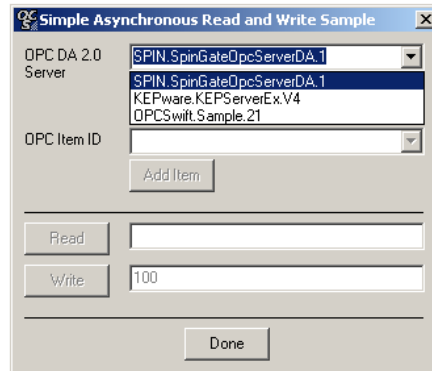


Figura 6 – Exemplo de um cliente OPC conectando-se ao Gateway

Após a conexão, todos os pontos disponíveis no Gateway são adicionados ao servidor OPC e ficam também disponíveis para serem adicionados em grupos e itens privados, pelos clientes OPC. Em seqüência, o servidor OPC passa a obter as informações em tempo real do Gateway disponibilizado-as aos seus clientes, como mostra a figura 7.

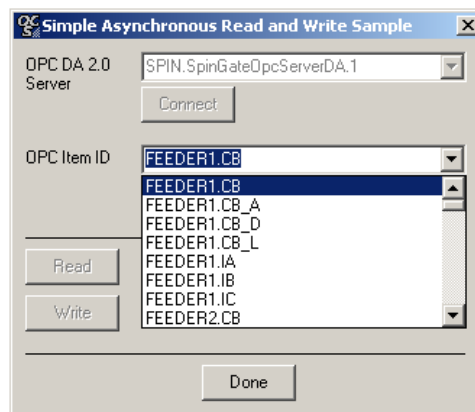


Figura 7 – Exemplo de um cliente OPC acessando registros do BDTR do Gateway

### 3.3. Módulo “Run-time”

Ativando-se o módulo “run-time” aparece à janela apresentada na figura 8 com três fichas que contém:

- Configuração: parâmetros de cada canal criado no projeto;
- Lista de Mensagens: mostra as mensagens em hexadecimal recebidas e enviadas aos IEDs dos canais selecionados;
- Monitora canal: mostra dados estatísticos e mensagens trocadas com o canal selecionado.

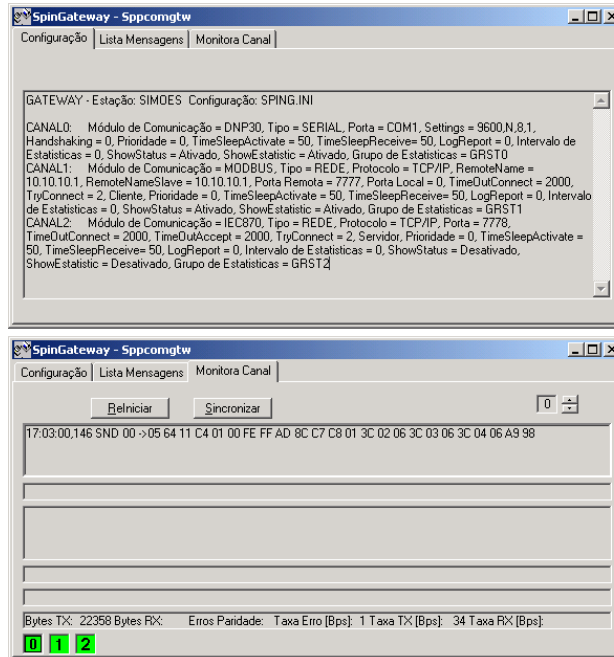


Figura 8 – Módulo “run-time” com ficha de configuração e monitoração de canal

### 3.4. Módulo de Visualização

Quando é ativado o módulo “run-time” do Gateway, se estiver no ar o módulo de configuração, são adicionadas três fichas a sua IHM, conforme mostra a figura 9:

- Status: mostra o valor lido da coleção de pontos selecionada;
- Eventos: no caso de protocolos com suporte a eventos não solicitados, mostra os últimos eventos causados;
- Simulador: permite simular a alteração do estado / valor de tags de um canal cujo protocolo cliente está lendo dados de um IED servidor.

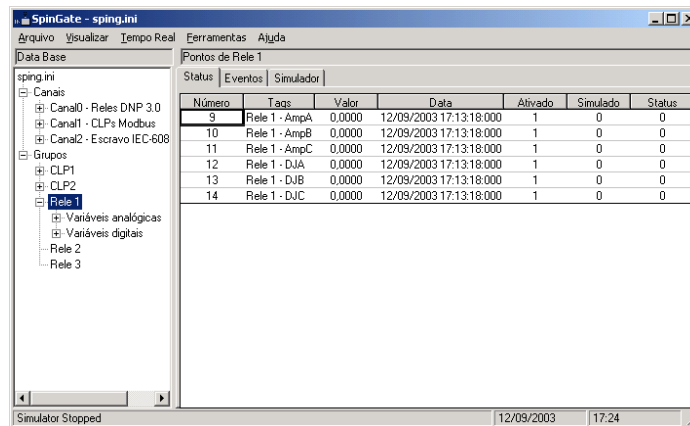


Figura 9 – Módulo de Visualização com a ficha de status selecionada

#### 3.4.1. Módulo de Visualização – Status

Essa ficha mostra as variáveis do IED, permitindo a seleção de todas ou apenas da coleção de analógicas ou digitais.

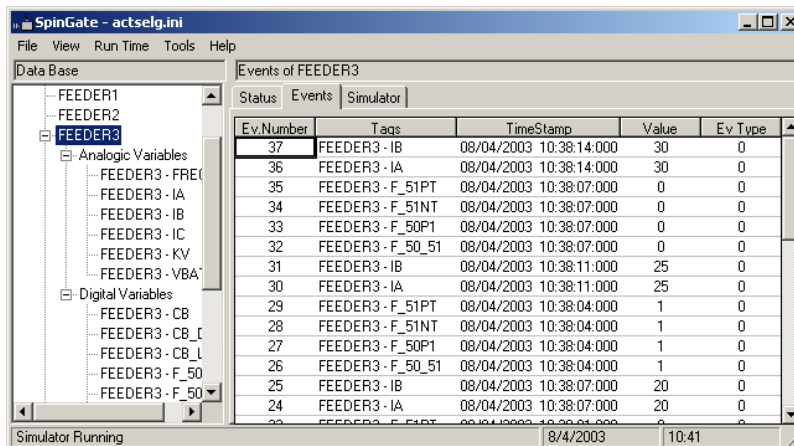
Para cada variável será mostrado:

- Número: número sequencial de pontos do IED;

- Tag: identificação do ponto em um IED;
- Valor: valor / estado corrente do ponto;
- Data: data e hora da última atualização do ponto na base de dados, onde esta data, em função do protocolo, será a obtida no campo ou gerada pelo Gateway no momento da colocação do novo estado na base de dados em tempo real;
- Ativado: estado do ponto quanto à ativação ( 0 = inibido e 1 =ativado )
- Simulado: define se o ponto está sendo lido do IED ou simulado; e
- Status: estado quanto a erro do ponto (0 =OK, 2 =falha na comunicação com IED, outro = função do protocolo).

### 3.4.2. Módulo de Visualização – Eventos

A ficha de eventos, apresentada na figura 10, contém os últimos eventos ocorridos. Um evento é uma mensagem gerada espontaneamente por um protocolo servidor, quando ocorre uma mudança no estado de uma variável, digital ou analógica. Nos parâmetros dos registros desses pontos existem atributos que definem se um registro deve ou não causar eventos e quando. Obviamente, o protocolo cliente deve suportar leitura de eventos.



| Ev.Number | Tags            | TimeStamp               | Value | Ev.Type |
|-----------|-----------------|-------------------------|-------|---------|
| 37        | FEEDER3-IB      | 08/04/2003 10:38:14:000 | 30    | 0       |
| 36        | FEEDER3-IA      | 08/04/2003 10:38:14:000 | 30    | 0       |
| 35        | FEEDER3-F_51PT  | 08/04/2003 10:38:07:000 | 0     | 0       |
| 34        | FEEDER3-F_51NT  | 08/04/2003 10:38:07:000 | 0     | 0       |
| 33        | FEEDER3-F_50P1  | 08/04/2003 10:38:07:000 | 0     | 0       |
| 32        | FEEDER3-F_50_51 | 08/04/2003 10:38:07:000 | 0     | 0       |
| 31        | FEEDER3-IB      | 08/04/2003 10:38:11:000 | 25    | 0       |
| 30        | FEEDER3-IA      | 08/04/2003 10:38:11:000 | 25    | 0       |
| 29        | FEEDER3-F_51PT  | 08/04/2003 10:38:04:000 | 1     | 0       |
| 28        | FEEDER3-F_51NT  | 08/04/2003 10:38:04:000 | 1     | 0       |
| 27        | FEEDER3-F_50P1  | 08/04/2003 10:38:04:000 | 1     | 0       |
| 26        | FEEDER3-F_50_51 | 08/04/2003 10:38:04:000 | 1     | 0       |
| 25        | FEEDER3-IB      | 08/04/2003 10:38:07:000 | 20    | 0       |
| 24        | FEEDER3-IA      | 08/04/2003 10:38:07:000 | 20    | 0       |

Figura 10 – Ficha de Eventos

A árvore de objetos, ao lado esquerdo da ficha, funciona como um filtro para definir de quais pontos se deseja ver os eventos. Os pontos escolhidos são aqueles do tipo analógico ou digital, pertencentes ao grupo selecionado. Se estiver selecionado o ramo da árvore geral “grupos”, serão mostrados todos os eventos da fila. Os eventos são gerados e inseridos na fila nas seguintes ocorrências:

- Alteração de estado de pontos digitais que tenham o atributo evento = 1;
- Alteração do valor de medidas analógicas, quando a variação do valor é maior que a banda morta para pontos analógicos que tenham os atributos banda morta não zero e evento = 1;
- Alteração do valor de medidas analógicas, quando foi ultrapassado o tempo máximo, sem gerar evento para pontos analógicos que tenham os atributos tempo de atualização diferente de zero e evento igual a 1; e
- Registros de execução de comandos e de falta de sinalização, após os comandos.

As colunas desta janela possuem os seguintes conteúdos:

- Número do evento: número interno sequencial atribuído ao evento em tempo real;
- Tags: identificação do ponto através das siglas de Grupo / Variável;
- Estampa de tempo: data e hora da ocorrência. Esta data, preferencialmente, será a obtida no campo. Se não vier do campo, será gerada pelo módulo de comunicação no momento da colocação do novo estado na base de dados em tempo real;
- Valor: valor dos pontos analógicos ou estado dos pontos digitais quando ocorreu o evento; e
- Tipo de Evento: um código numérico que permite definir tipos diferentes para eventos.

### 3.4.3. Módulo de Visualização – Simulador

Essa ficha possibilita selecionar pontos da base de dados cujos valores serão simulados internamente no Gateway, permitindo verificar o comportamento do cliente externo em resposta a essas modificações de valores. A ficha permite o controle do estado do processo de simulação, bem como mostra todos os pontos atualmente configurados para simulação e seus parâmetros.

Os pontos a serem simulados devem ser inseridos na lista de pontos em simulação, com um conjunto de parâmetros: valor inicial, valores mínimo e máximo; incremento e periodicidade.

Quando o simulador está em execução, realiza-se ciclicamente, a cada 200 milissegundos, a atualização do seu estado / valor, respeitando os parâmetros definidos.

A figura 11 mostra um exemplo da ficha de simulação com o programa em execução

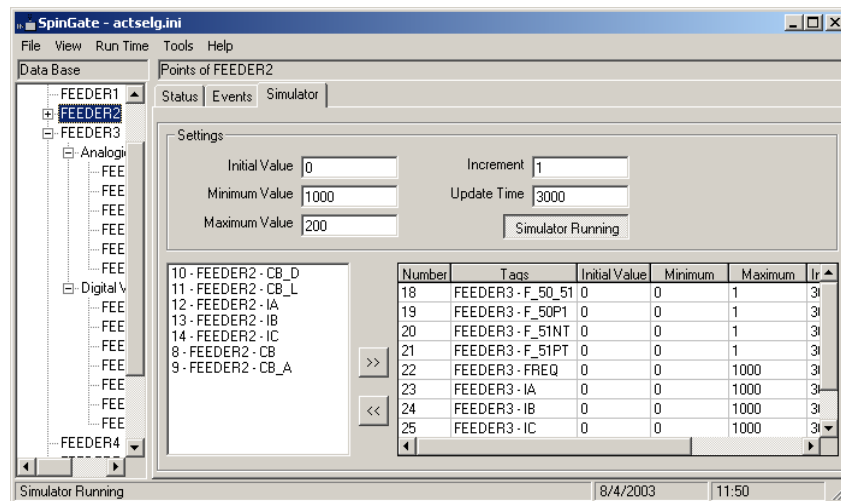


Figura 11 – Ficha de Simulação

Na parte superior da ficha há um quadro com locais para definição dos parâmetros de simulação. Este quadro é preenchido com valores “default”, que podem ser alterados pelo usuário. Os parâmetros, definidos para cada ponto em simulação, são descritos a seguir:

- Valor Inicial: valor inicialmente atribuído pelo simulador ao ponto;
- Valor Mínimo: valor limitador inferior do conjunto de valores que o ponto pode assumir;
- Valor Máximo: valor limitador superior do conjunto de valores que o ponto pode assumir;
- Incremento: valor adicionado ao atual, a cada atualização;
- Tempo de Atualização: tempo em milissegundos máximo que o simulador deve aguardar entre duas atualizações consecutivas do valor (ou estado) de um mesmo ponto;
- Botão Simulador Executando / Parado: o botão é do tipo com retenção e indica o estado corrente do simulador.

### 3.5. Protocolos Suportados

Na versão 1 do Gateway, conforme mostra a figura 12, são suportadas as traduções entre 16 protocolos Servidores x clientes.

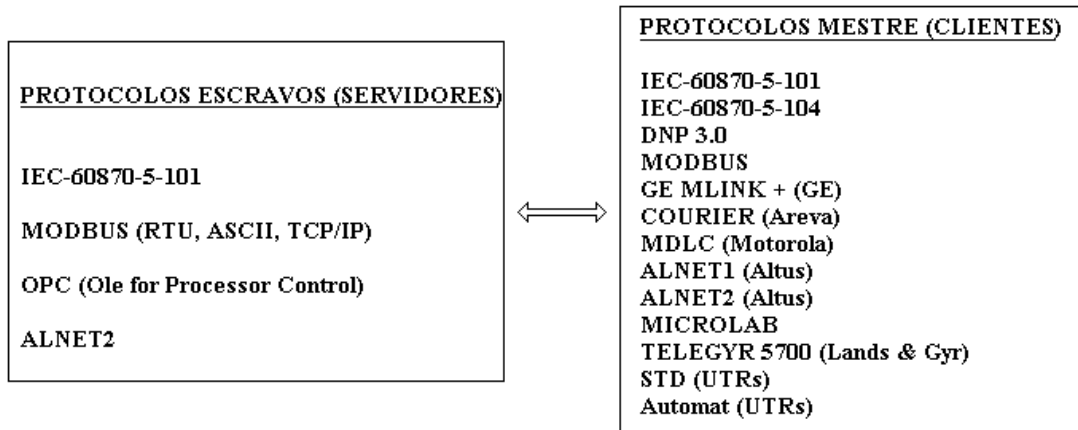


Figura 12 – Protocolos suportados na versão 1

## 4. FERRAMENTAS DE SUPORTE E DEPURAÇÃO DO GATEWAY

### 4.1. Estado da Comunicação e Estatísticas

O Gateway disponibiliza um conjunto de ferramentas que fornecem informações sobre o estado da comunicação com cada canal, bem como permitem a depuração das mensagens trocadas nos canais. O estado da comunicação com o canal e as estatísticas de uso do mesmo são disponibilizados no Gateway através de um conjunto de “tags” cujo nome tem uma regra de formação pré-estabelecida em função do número do canal. As informações disponibilizadas são:

- Estado do canal;
- Acumulador de bytes transmitidos no canal;
- Acumulador de bytes recebidos no canal;
- Acumulador de erros de paridade;
- Acumulador de erros de "frames";
- Acumulador de erros de "overrun";
- Taxa de erro em bits/segundo;
- Taxa de transmissão em bits/segundo;
- Taxa de recepção em bits/segundo;
- Endereço IP se canal é de rede;
- Número do “port” do serviço para canais de rede; e
- Código de erro, no caso de falha detectada pelo módulo de comunicação.

### 4.2. Ferramentas de Depuração

É comum a necessidade de se depurar a comunicação entre dois equipamentos, sempre que existe um erro ou uma dúvida sobre as mensagens trocadas. Para tal, como é mostrado na figura 13, o Gateway permite habilitar a geração de um arquivo de LOG, transparente ao operador, com um conjunto de informações de depuração. Essas informações são ativadas no arquivo de inicialização do Gateway, na declaração das informações de cada canal e são:

- 0: Não gera arquivo de log do canal (default);
- 1: Inclui as mensagens (frame) enviados em formato Hexadecimal;
- 2: Inclui as mensagens (frame) recebidas em formato Hexadecimal;
- 4: Informa estado atual da comunicação no canal;
- 8: Inclui as informações mostradas na janela de status de comunicação;
- 16: Inclui as informações mostradas na janela de status de envio de dados;
- 32: Inclui as informações mostradas na janela de status de recepção de dados; e
- 64: Inclui as informações mostradas na janela de estatísticas de dados.

Os arquivos de log são gerados a cada hora, existindo 24 arquivos por dia, com um nome que identifica o mês, dia e hora.

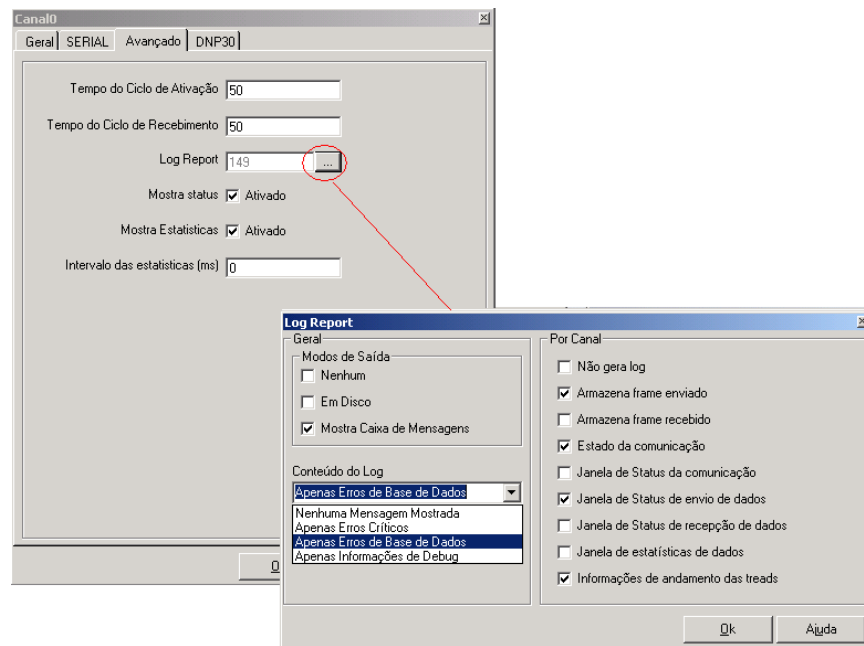


Figura 13 – Parametrização do arquivo de LOG do Gateway

## 5. GATEWAY COMO FERRAMENTA DE SUPORTE

### 5.1. Ferramenta para Testes de Laboratório de Softwares SCADA

Devido à facilidade de criação de uma base de dados de tempo real contemplando pontos de um ou mais IEDs, o Gateway pode ser usado para testar a parametrização de sistemas supervisórios do tipo SCADA, substituindo esses IEDs, desde que os protocolos utilizados sejam suportados.

A figura 14 apresenta dois exemplos do uso do Gateway como ferramenta de teste da parametrização de um software SCADA padrão de mercado.

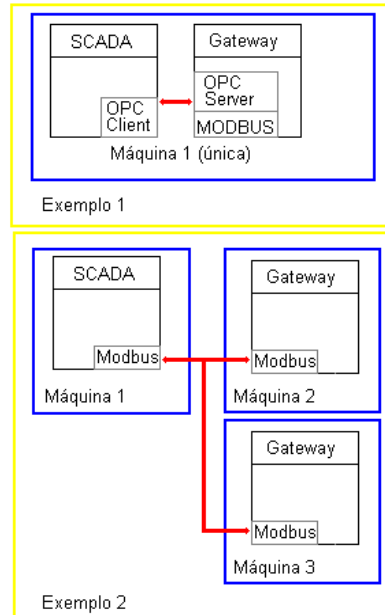


Figura 14 – Exemplos de uso do Gateway no teste de parametrização de SCADA

No exemplo 1, para testar em uma mesma máquina um software SCADA parametrizado utilizando o protocolo OPC Cliente, cria-se uma lista de todos os pontos do IED no Gateway, utilizando por exemplo o protocolo Modbus. Estando o Gateway ativo, ao executar-se o SCADA, esse deverá conectar-se ao objeto público “Spin.SpinGateOpcServerDA” que é um OPC Server. Na seqüência, utilizando-se o simulador do Gateway pode-se testar todos os pontos de entrada e saída parametrizados no SCADA, como se o mesmo estivesse se comunicando com o IED, e verificar o correto funcionamento do sistema.

No Exemplo 2, parametriza-se o Gateway em dois computadores distintos e, através de rede TCP/IP ou canal serial RS-485, conecta-se o SCADA de um terceiro computador, parametrizado para comunicar-se com dois IEDs MODBUS. Nesse teste, além da verificação de todos os pontos no nível de endereço e funcionalidade do SCADA, pode-se fazer testes de desempenho da solução simulando completamente o ambiente real.

Resumindo, o Gateway, através do simulador, pode ser usado para substituir IEDs, permitindo o teste de laboratório de uma aplicação, batendo-se todos os pontos, verificando-se funcionalidades e estatísticas de desempenho em ambiente semelhante ao real.

### 5.2. Ferramenta de Teste de Comunicação com IEDs

Na integração de sistemas de automação convive-se diariamente com a necessidade integrar novos IEDs a soluções propostas. Essa integração exige o conhecimento dos atributos do canal e protocolo parametrizados no IED, assim como do mapa de endereços dos pontos com seus diferentes formatos. Mesmo em IEDs bem documentados, surgem dúvidas quanto a sua integração. Nesses casos, o Gateway é uma ferramenta de teste bastante útil pois permite criar um canal, um IED e uma lista de pontos desse IED em alguns minutos. Na seqüência, conectando-se o “run-time” do Gateway ao IED, através da ficha de status e das mensagens trocadas com o IED, apresentadas nas janelas do “run-time”, pode-se rapidamente dirimir dúvidas de integração bem como testar a operação das funcionalidades do IED parametrizadas.

A seguir são citados alguns exemplos práticos da utilização do Gateway como um mini-supervisor para testar conexão com IEDs.

#### *5.2.1. Aplicação em Modbus onde existe dúvida quanto ao formato do ponto*

Em aplicações usando o protocolo Modbus, devido liberalidade das implementações, muitas vezes não se tem informações claras sobre o formato dos pontos analógicos, se inteiro ou em ponto flutuante, de simples ou dupla precisão, com ou sem sinal. Através do Gateway, rapidamente configura-se a lista de pontos do equipamento nos endereços de interesse e, através da visualização da ficha de status, observando-se o valor lido e alterando-se o formato do ponto dentre os possíveis, verifica-se quais são os formatos utilizados pelo IED.

#### *5.2.2. Aplicação em DNP 3.0 de relés digitais com representação de analógicas em unidade de engenharia*

Em uma aplicação de automação de subestação, os relés digitais utilizando o protocolo DNP 3.0, tem suas grandezas elétricas representadas em unidades de engenharia. Mas em qual unidade, cada grandeza é representada e qual a precisão do valor apresentado ?

Através do Gateway, conectando-se a um relé com sinal de potência injetado através de uma giga de teste, essa resposta é obtida em minutos.

#### *5.2.3. Aplicação usando IEDs com eventos espontâneos*

A cada dia os IEDs tornam-se mais sofisticados, com dezenas de opções de parametrização, seja através da mudança de atributos, seja através de linguagens de programação, seja através de comandos. Em vários protocolos, como por exemplo o DNP 3.0 e o IEC-60870-5-101, é possível programar os IEDs para causarem eventos espontâneos quando ocorrem determinadas mudanças de estado de variáveis digitais e alteração do valor de grandezas analógicas. Nesses casos, após a parametrização desses IEDs, pode-se utilizar o Gateway para testar a sua operação.

#### *5.2.4. Testes de funcionalidades do IED em resposta a comandos*

Quando em um projeto utiliza-se novos IEDs para comandos remotos, existem muitas vezes dúvidas quanto à resposta do IED a esses comandos, como por exemplo:

- Em protocolos com características de parametrização da saída, se em sinal mantido ou em pulso, qual será a resposta do IED para esses comandos;
- Em protocolos que suportam comandos do tipo "check before operate", verificar funcionalidade do IED nessas operações;
- Em protocolos que suportam comandos à distância de "reset", "load shedding", etc., testar as funcionalidades dos IEDs em resposta a esses comandos.

Todas essas dúvidas podem ser respondidas pelo Gateway, através da configuração de uma lista simplificada de pontos que representam os endereços de saída a serem testadas.

A figura abaixo apresenta a janela de comando, ativada para o ponto de saída FEEDER3 - CB\_L, selecionado na árvore de objetos.

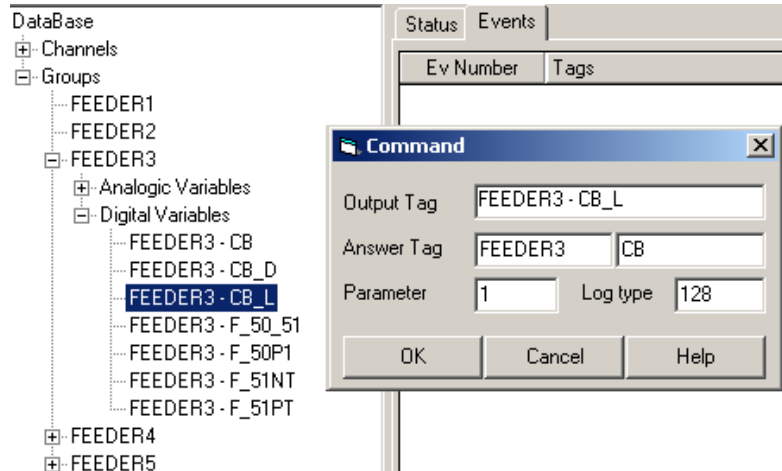


Figura 15 – Teste de comandos em IEDs

Esta janela apresenta os seguintes campos:

- Tag do Ponto de saída: mostra a identificação do ponto de saída selecionado na árvore;
- Ponto de Sinalização: opcionalmente, para fins de verificação da geração do evento, pode-se especificar a identificação do “tag” de entrada que sinaliza o estado da saída correspondente ao comando;
- Parâmetro: em alguns protocolos, além do “tag” do ponto a ser escrito, deve-se enviar algum parâmetro para especificar a forma do comando. O que for escrito neste campo será enviado como “parâmetro de saída” para o módulo de comunicação;
- Tipo de Log: um número que será incluído como código no evento gerado, documentando a ação de comando executada, funcionalidade disponível como característica de alguns protocolos em modo servidor para interpretar os eventos;
- Botão Ok: quando pressionado, envia o comando para o “tag” especificado;
- Botão Cancelar: fecha a janela sem enviar comando; e
- Botão Ajuda: chama o auxílio on-line, com informações sobre esta janela.

## 6. CONCLUSÕES

O Gateway foi desenvolvido em resposta a um conjunto de demandas típicas de uma empresa de integração de sistemas de automação. Suas funcionalidades são dinâmicas e refletem a identificação de novos requisitos vivenciados por integradores de sistema.

O objetivo a ser alcançado é dispor de uma ferramenta de integração de fácil uso que atenda as funcionalidades propostas. Suas principais vantagens são:

- Facilidade e rapidez do uso do software na configuração de aplicações do tipo Gateway;
- Ferramenta de apoio ao teste de parametrização de softwares SCADA;
- Ferramenta de apoio ao teste e mesmo homologação de IEDs, já que permite verificar todas as funcionalidades a serem utilizadas através de um SCADA.

A evolução do Gateway segue três linhas distintas que são:

- Desenvolvimento de novos protocolos em função de necessidades do mercado;
- Adequação do software a um hardware dedicado, criando um produto de baixo custo para soluções do tipo processador de comunicação / Gateway;
- Desenvolvimento de novas funcionalidades no que tange as janelas de visualização e parametrização do software, respondendo a novas demandas.

## **7. BIBLIOGRAFIA**

SIMÕES, C & PORTO, J.A.S.B. “A Concepção de um Servidor de Comunicação Multiprotocolo”, anais do X Encuentro Regional Latinoamericano de la CIGRÉ”, Foz do Iguaçu, Maio de 2003.

SIMÕES, C & GARCIA, A.V. “Implementação de um Módulo de Gerenciamento de Energia Acoplado a um Software SCADA”, anais do 2º Congresso Internacional de Automação, Sistemas e Instrumentação – ISA 2002, São Paulo, Novembro de 2002.

SIMÕES, C. & TILLMAN, G. “Arquitetura Moderna para Automação e Controle de Centros de Operação e Subestações”, anais do XVI SNPTEE, Campinas, Novembro de 2001.