



XXIV SNPTEE
SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

CB/GPC/01

GRUPO - V

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

SISTEMA GESTOR DA BASE FONTE DOS SISTEMAS DE SUPERVISÃO E CONTROLE DA CEEE-GT

| | |
|---------------------------------|------------------------|
| Ricardo Lastra Olsen (*) | Vítor Donaduzzi |
| CEEE-GT | CEEE-GT |

RESUMO

Para fazer frente ao aumento da quantidade informações obtidas das subestações, da necessidade de automatização e da enorme quantidade de conexões de dados de supervisão entre IED's, remotas, concentradores de dados, IHM's de operação, centros de telecontrole e de operação, agentes de geração, distribuição e transmissão, ONS, etc., foi desenvolvido um sistema para apoiar a gestão das configurações, bases de dados e telas de todos os sistemas SCADA/EMS e dispositivos que se conectam à rede de supervisão e controle da CEEE-GT. Este sistema, montado utilizando recursos de software livre, é composto de banco de dados, aplicativos e *scripts*. O sistema permitiu padronizar, facilitar e automatizar grande parte do fluxo de trabalho dos profissionais de Engenharia de Supervisão da CEEE-GT.

Esta metodologia de trabalho possibilitou reduzir os tempos de implantação das modificações e expansões no sistema, diminuiu custos e garantiu uma maior correção das bases de dados e telas.

PALAVRAS-CHAVE

SCADA, EMS, Transmissão, Modelagem, Supervisão, Gestão da Configuração, Bases de Dados.

1.0 - INTRODUÇÃO

Quando da instalação do sistema SAGE do CEPEL no COS da CEEE-GT, em 2004/2005, anteviu-se a necessidade de se criar uma ferramenta para apoiar a gestão da base fonte. Já se percebia, naquela época, o aumento brutal na quantidade de pontos supervisionados por subestação devido à crescente digitalização das proteções e do aumento da capacidade dos sistemas de automação de subestação. Foi, então, desenvolvido um sistema para dar conta da função de, inicialmente, montar a base de dados do SAGE do COS, e futuramente possibilitar a manutenção desta da forma mais eficiente que fosse possível (1).

Optou-se, ao desenvolver este sistema Gestor da Base Fonte do SAGE, por fazê-lo de uma forma que o seu modelo de dados interno fosse independente do sistema alvo, ou seja, toda a base de dados poderia ser reaproveitada no caso de uma troca por outro sistema, caso houvesse a necessidade.

Gradualmente, foram sendo introduzidas novas abstrações que fizeram com que este sistema se tornasse capaz de gerenciar todas as configurações dos dispositivos da rede SCADA, nos diversos níveis hierárquicos:

- IED's / Multimetroes / Relés de Proteção;
- UTR's;
- Concentradores de Subestação (UCS's);
- IHM's de subestação;

(*) Av. Joaquim Porto Villanova, n° 201 – sala 207 - Prédio F – CEP 91.410-400 – Porto Alegre, RS – Brasil.

Tel: (+55 51) 3382-2395 – E-mail: ricardolo@ceee.com.br

- Concentradores para Centro de Telecomando;
- IHM's de Centro de Telecomando;
- Esquemas Especiais de Proteção SEP's/ECE's;
- Sistema SAGE (COS e *site backup*);
- Conexões com agentes externos (Transmissoras, Distribuidoras, ONS, etc.)

Este sistema foi, então, denominado GBF - sistema Gestor da Base Fonte dos Sistemas de Supervisão e Controle da CEEE-GT.

O GBF se tornou a ferramenta mais importante, inserindo-se em praticamente todo o fluxo de trabalho da área de Engenharia de Supervisão, seja para novas implantações, manutenções ou expansões nos sistemas SCADA da CEEE-GT.

Hoje, estão no GBF ou se apoiam nele:

- O modelo EMS da rede elétrica da CEEE-GT e de boa parte das suas fronteiras com o sistema externo, que é usado para criar a base EMS do SAGE, fundamento do Configurador de Rede e do Estimador de Estados.
- O modelo SCADA que representa os dispositivos, suas interconexões através de protocolos de comunicação de dados e todos os seus pontos supervisionados.
- O cadastro padronizado, fortemente tipado e baseado em dicionário de dados, de todos os pontos do sistema ligados aos modelos SCADA e EMS.
- Os cálculos executados pelos sistemas (cadastro e composição dos pontos calculados).
- Configurações dos sistemas de registro de dados históricos.
- Registro de alterações da Base Fonte.
- *Scripts* geradores de configurações para diversos tipos de sistemas.
- *Script* gerador de telas para IHM.
- Portal Corporativo de Supervisão da Rede Elétrica da CEEE-GT.

2.0 - PADRONIZAÇÃO DOS TIPOS DE DADOS

Com o objetivo de se ter uma base de dados mais precisa, que permita executar consultas SQL e aplicar facilmente filtros dentro do SAGE e de outros sistemas utilizados na Empresa, o cadastro dos pontos de supervisão é feito através da aplicação de um dicionário de dados (baseado em nomes do IEC61850), da aplicação de categorizadores e da inserção dos pontos dentro dos modelos SCADA e EMS.

Após o devido cadastramento do ponto (ver. Fig. 1), o seu *tag* e descritivo são automaticamente gerados, nenhuma informação é digitada em campo livre de texto, apenas são feitas escolhas para a ligação às demais entidades do banco de dados fonte.

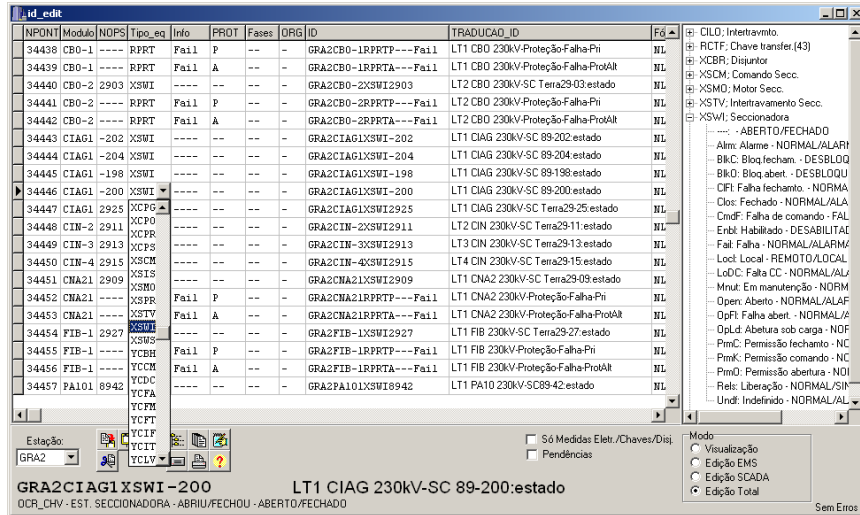
Os *tags* (de até 22 caracteres) foram padronizados na seguinte forma:

- **Nome da subestação** (4 caracteres), exemplo "BAG2" = Subestação Bagé 2.
- **Nome do Módulo** (5 car.), exemplo "UPME1" = Linha de transmissão para a Usina Presidente Médici Circuito 1.
- **Tipo da Informação** (4 car.), exemplo "XCBR" = Estado do Disjuntor
- **Número Operacional** do equipamento (4 dígitos), exemplo "5202" = Disjuntor 52-02
ou
Informação de Proteção (4 caracteres): indica Proteção Principal / Alternada / Partida / Operação / Zona / Fases / etc., exemplo "POA-" = Proteção Principal, Operação da Fase A.
- **Informação Complementar** (4 caracteres): ex: "Incl" = Inclusão de função.
- **Origem** (1 caractere): indica comando, calculado, estimado, manual, etc., ex: "K" = comando.

Exemplos de cadastro de pontos (*tag*/descritivo):

- BAG2UPME1XCBR5202 = BAG2 - LT1 UPME 230kV - DJ52-02 – Estado
- BAG2TR1-2MAPH—A = BAG2 - TR1 Ld.230kV – Corrente - Fase A
- CIN-PAL92RFLO----FdKm = CIN (Cidade Industrial) LT2 PAL9 (Porto Alegre 9) – Localiz.de Faltas – Distância Km

- CNA1AL1—PIOCPOF = CNA1 (Canoas 1) – Alimentador 1 – 50F Operação



| id | Modulo | NOPS | Info | PROT | Fases | ORG | ID | TRADUÇÃO_ID | Fg |
|-------|--------|------|------|------|-------|------|-------------------------|--------------------------------------|----|
| 34438 | CB0-1 | ---- | RFRT | Fail | P | -- | GRA2CB0-1RFPRTA---Fail1 | LT1 CBO 230KV-Proteção-Falha-Phi | NL |
| 34439 | CB0-1 | ---- | RFRT | Fail | A | -- | GRA2CB0-1RFPRTA---Fail1 | LT1 CBO 230KV-Proteção-Falha-ProAlt | NL |
| 34440 | CB0-2 | 2903 | XSMI | ---- | ---- | ---- | GRA2CB0-2XSMI2903 | LT2 CBO 230KV-SC Terra29-03.estado | NL |
| 34441 | CB0-2 | ---- | RFRT | Fail | P | -- | GRA2CB0-2RFPRTA---Fail1 | LT2 CBO 230KV-Proteção-Falha-Phi | NL |
| 34442 | CB0-2 | ---- | RFRT | Fail | A | -- | GRA2CB0-2RFPRTA---Fail1 | LT2 CBO 230KV-Proteção-Falha-ProAlt | NL |
| 34443 | CIAG1 | -202 | XSMI | ---- | ---- | ---- | GRA2CIAG1XSMI-202 | LT1 CIAG 230KV-SC 89-202.estado | NL |
| 34444 | CIAG1 | -204 | XSMI | ---- | ---- | ---- | GRA2CIAG1XSMI-204 | LT1 CIAG 230KV-SC 89-204.estado | NL |
| 34445 | CIAG1 | -198 | XSMI | ---- | ---- | ---- | GRA2CIAG1XSMI-198 | LT1 CIAG 230KV-SC 89-198.estado | NL |
| 34446 | CIAG1 | -200 | XSMI | ---- | ---- | ---- | GRA2CIAG1XSMI-200 | LT1 CIAG 230KV-SC 89-200.estado | NL |
| 34447 | CIAG1 | 2925 | XCPG | ---- | ---- | ---- | GRA2CIAG1XSMI2925 | LT1 CIAG 230KV-SC Terra29-25.estado | NL |
| 34448 | CIN-2 | 2911 | XCFP | ---- | ---- | ---- | GRA2CIN-2XSMI2911 | LT2 CIN 230KV-SC Terra29-11.estado | NL |
| 34449 | CIN-3 | 2913 | XCFP | ---- | ---- | ---- | GRA2CIN-3XSMI2913 | LT3 CIN 230KV-SC Terra29-13.estado | NL |
| 34450 | CIN-4 | 2915 | XSCM | ---- | ---- | ---- | GRA2CIN-4XSMI2915 | LT4 CIN 230KV-SC Terra29-15.estado | NL |
| 34451 | CNA21 | 2909 | XSMI | ---- | ---- | ---- | GRA2CNA21XSMI2909 | LT1 CNA2 230KV-SC Terra29-09.estado | NL |
| 34452 | CNA21 | ---- | XSPR | Fail | P | -- | GRA2CNA21RFPRTA---Fail1 | LT1 CNA2 230KV-Proteção-Falha-Phi | NL |
| 34453 | CNA21 | ---- | XSTV | Fail | A | -- | GRA2CNA21RFPRTA---Fail1 | LT1 CNA2 230KV-Proteção-Falha-ProAlt | NL |
| 34454 | FIB-1 | 2927 | XSMI | ---- | ---- | ---- | GRA2FIB-1XSMI2927 | LT1 FIB 230KV-SC Terra29-27.estado | NL |
| 34455 | FIB-1 | ---- | XSM3 | Fail | P | -- | GRA2FIB-1RFPRTA---Fail1 | LT1 FIB 230KV-Proteção-Falha-Phi | NL |
| 34456 | FIB-1 | ---- | XCEH | Fail | A | -- | GRA2FIB-1RFPRTA---Fail1 | LT1 FIB 230KV-Proteção-Falha-ProAlt | NL |
| 34457 | PA101 | 8942 | YCDC | ---- | ---- | ---- | GRA2PA101XSMI8942 | LT1 PA10 230KV-SC89-42.estado | NL |

Fig. 1 – Aplicativo de Cadastro de Pontos

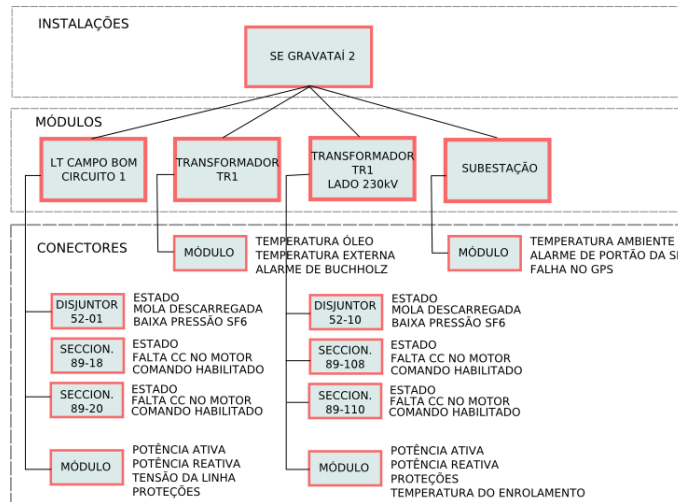


Fig.2 Exemplo de Modelagem EMS

3.0 - MODELAGEM DO SISTEMA ELÉTRICO / EMS

Esta modelagem define os componentes e a topologia do sistema elétrico de potência (SEP). O modelo é composto por instalações, estações, módulos (*bays*) e conectores. Ver Fig. 2.

Instalações: são as unidades que compõem o sistema elétrico, subestações ou usinas. Equivalem à entidade INS do SAGE. Ex: GRA2=Subestação Gravataí 2, UDFR=Usina Dona Francisca.

Módulos: são os vãos ou *bays* das subestações, ex. LT's, transformadores, alimentadores, bancos de capacitores, etc. Equivalem aos equipamentos (EQP) do SAGE. Cada módulo é ligado a uma instalação.

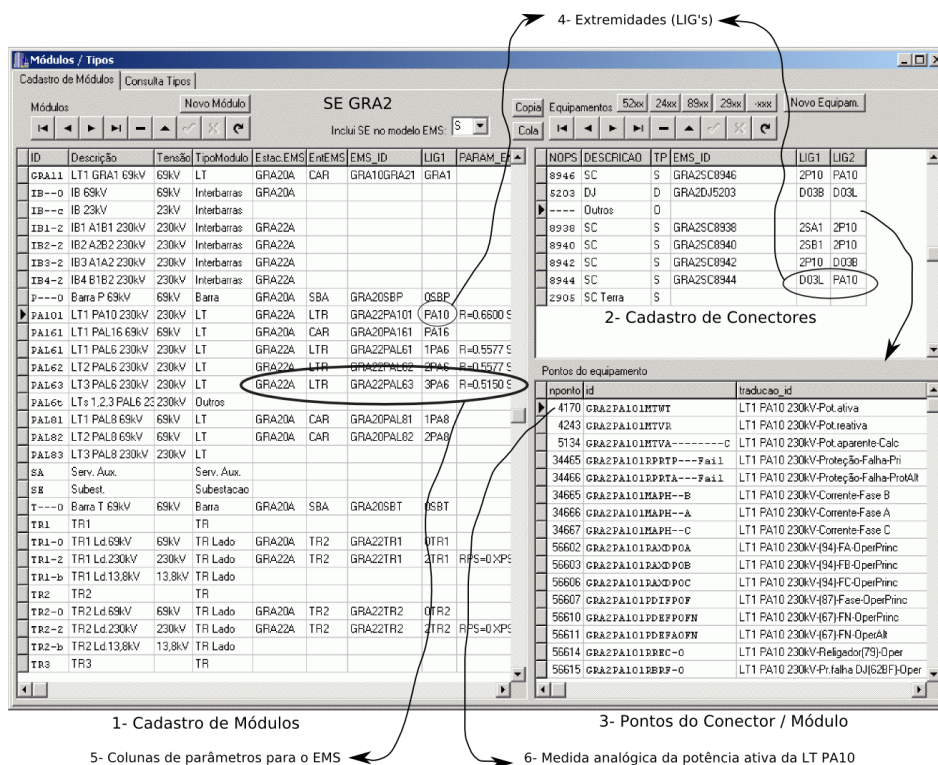
Conectores: são os disjuntores e seccionadoras. Equivalentes aos CNC's do SAGE. Cada conector está ligado a um módulo. Os pontos de supervisão estão sempre ligados ao conector. Existe um conector especial que serve para associar os pontos diretamente ao módulo em vez de a um disjuntor ou seccionadora.

Estação EMS: é o conjunto de equipamentos de uma instalação que operam em um mesmo nível de tensão e que são passíveis de interconexão sem a interposição de uma impedância (2). Equivalentes à entidade EST do SAGE.

3.1 Aplicativo de edição do modelo do sistema elétrico / EMS

Este *software* foi desenvolvido para ser a interface de edição do modelo EMS. Ele permite cadastrar os componentes e a topologia do sistema elétrico, e efetuar a ligação desta modelagem aos pontos de supervisão do sistema SCADA. Desta forma, qualquer ponto do sistema sempre estará ligado às entidades da base fonte: instalação, módulo e conector.

Primeiramente são definidas as entidades *Instalação* e respectivas *Estações*, na sequência os *Módulos* (Linhas de transmissão, barras, transformadores, etc.), e dentro destes, os equipamentos *Conectores* (disjuntores e seccionadoras), ver. Fig. 3.



1- Cadastro de Módulos

2- Cadastro de Conectores

3- Pontos do Conector / Módulo

4- Extremidades (LIG's)

5- Colunas de parâmetros para o EMS

6- Medida analógica da potência ativa da LT PA10

Fig. 3 – Aplicativo Editor do Modelo EMS

Os pontos de supervisão, ao serem cadastrados, são caracterizados pelo tipo da informação supervisionada, através de listas de múltipla escolha e são sempre ligados ao conector correspondente.

As listas de escolhas de tipos são apresentadas de acordo com o tipo de módulo e conector a que pertencem. Ex: ao cadastrar um ponto do disjuntor somente são apresentados os tipos de dados possíveis para disjuntores (posição, mola descarregada, baixa pressão de SF6, etc.). Assim, não é possível cadastrar erroneamente um tipo de informação como posição da seccionadora para um ponto já foi definido como pertencente a um disjuntor. Ao serem cadastrados, os estados e as medidas já são associados ao respectivo conector e módulo.

Para a criação da base EMS do SAGE, as entidades são geradas através de uma consulta na base fonte fazendo uma transposição das entidades correspondentes, ver Tabela 1.

4.0 - MODELAGEM DO SISTEMA DE SUPERVISÃO – SCADA

A modelagem do Sistema SCADA é feita com base nos seguintes conceitos, ver Fig. 4:

Nós de supervisão: são os elementos inteligentes do sistema de supervisão que aquisitam e disponibilizam estados digitais, medidas e comandos a outros nós através de conexões. Cada nó possui um conjunto de pontos lógicos (subconjunto do total de pontos do sistema) e 'n' conexões com outros dispositivos.

Conexões: são as ligações entre dois "nós" de supervisão que suportam o transporte de estados digitais, medidas e comandos através dos protocolos de comunicação. As conexões no modelo são unidirecionais, levando dados em um único sentido. Conexões bidirecionais de protocolos balanceados são modeladas através de duas conexões unidirecionais. Os pontos transportados são chamados, analogamente à terminologia do SAGE, de pontos físicos.

Pontos lógicos: são os pontos internos aos "nós" de supervisão. Normalmente são pontos aquisitados, mas podem ser também pontos com origem no próprio "nó", do tipo calculado, manual ou estimado. Nestes casos, os pontos lógicos não possuem pontos físicos de aquisição associado.

Pontos Físicos: são os pontos que transportam informações entre os nós nas conexões, utilizando protocolos de comunicação. Cada ponto físico associa um ponto lógico da origem com outro no destino e possui um tipo, que é a unidade de informação de aplicação (ASDU) escolhida entre uma das disponibilizadas pelo protocolo empregado, ex.: M_SP_NA_1=Informação de estado digital simples e M_ME_NA_1=Informação de valor normalizado, ambas do protocolo IEC 60870-5-101.

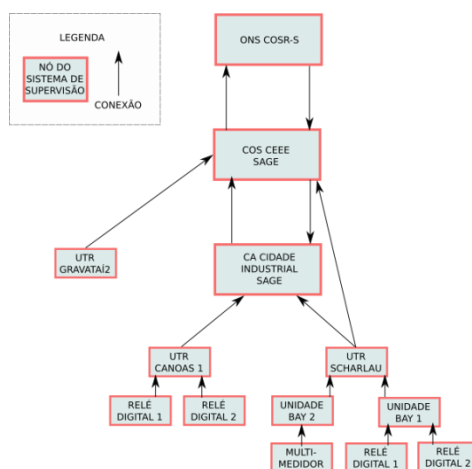
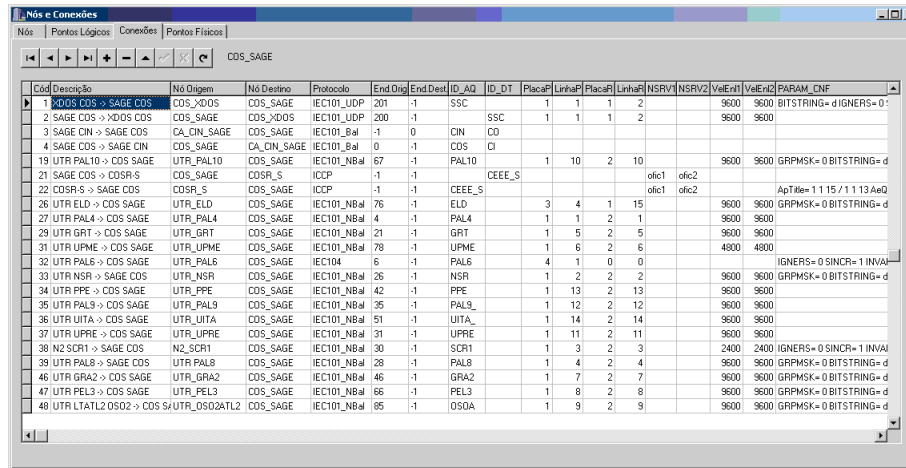


Fig. 4 – Exemplo de Modelagem do Sistema SCADA



| Ord | Descrição | Nó Origem | Nó Destino | Protocolo | End Orig | End Dest | ID_AQ | ID_DT | PlacaF | LinhaF | PlacaD | LinhaD | NSRV1 | NSRV2 | ValEnt1 | ValEnt2 | PARAM_CNF |
|-----|------------------------------|--------------|-------------|-------------|----------|----------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|---------|---------|------------------------------|
| 1 | XDOS COS -> SAGE COS | COS_XDOS | COS_SAGE | IEC101_UDP | 201 | -1 | SSC | | 1 | 1 | 1 | 2 | | | 9600 | 9600 | BITSTRING= d IGNERS= 0 |
| 2 | SAGE COS -> XDOS COS | COS_SAGE | COS_XDOS | IEC101_UDP | 200 | -1 | SSC | | 1 | 1 | 1 | 2 | | | 9600 | 9600 | |
| 3 | SAGE CIN -> SAGE COS | CA_CIN_SAGE | COS_SAGE | IEC101_Bal | -1 | 0 | CIN | CD | | | | | | | | | |
| 4 | SAGE COS -> SAGE CIN | COS_SAGE | CA_CIN_SAGE | IEC101_Bal | 0 | -1 | COS | CI | | | | | | | | | |
| 19 | UTR PAL10 -> COS SAGE | UTR_PAL10 | COS_SAGE | IEC101_NBaf | 67 | -1 | PAL10 | | 1 | 10 | 2 | 10 | | | 9600 | 9600 | GRPMASK= 0 BITSTRING= d |
| 21 | SAGE COS -> COSR-S | COS_SAGE | COSR_S | ICCP | -1 | -1 | CEEE_S | | | | | | ofic1 | ofic2 | | | |
| 22 | COSR-S -> SAGE COS | COSR_S | COS_SAGE | ICCP | -1 | -1 | CEEE_S | | | | | | ofic1 | ofic2 | | | AptItle= 1 1 15 / 1 1 13 AaQ |
| 26 | UTR ELD -> COS SAGE | UTR_ELD | COS_SAGE | IEC101_NBaf | 76 | -1 | ELD | | 3 | 4 | 1 | 15 | | | 9600 | 9600 | GRPMASK= 0 BITSTRING= d |
| 27 | UTR PAL4 -> COS SAGE | UTR_PAL4 | COS_SAGE | IEC101_NBaf | 4 | -1 | PAL4 | | 1 | 1 | 2 | 1 | | | 9600 | 9600 | |
| 29 | UTR GRT -> COS SAGE | UTR_GRT | COS_SAGE | IEC101_NBaf | 21 | -1 | GRT | | 1 | 5 | 2 | 5 | | | 9600 | 9600 | |
| 31 | UTR UPME -> COS SAGE | UTR_UPME | COS_SAGE | IEC101_NBaf | 78 | -1 | UPME | | 1 | 6 | 2 | 6 | | | 4900 | 4900 | |
| 32 | UTR PAL5 -> COS SAGE | UTR_PAL6 | COS_SAGE | IEC104 | 6 | -1 | PAL6 | | 4 | 1 | 0 | 0 | | | | | IGNERS= 0 SINCR= 1 INVAR |
| 33 | UTR NSR -> SAGE COS | UTR_NSR | COS_SAGE | IEC101_NBaf | 26 | -1 | NSR | | 1 | 2 | 2 | 2 | | | 9600 | 9600 | GRPMASK= 0 BITSTRING= d |
| 34 | UTR PPE -> COS SAGE | UTR_PPE | COS_SAGE | IEC101_NBaf | 42 | -1 | PPE | | 1 | 13 | 2 | 13 | | | 9600 | 9600 | |
| 35 | UTR PAL3 -> COS SAGE | UTR_PAL9 | COS_SAGE | IEC101_NBaf | 35 | -1 | PAL9 | | 1 | 12 | 2 | 12 | | | 9600 | 9600 | |
| 36 | UTR UITA -> COS SAGE | UTR_UITA | COS_SAGE | IEC101_NBaf | 51 | -1 | UITA | | 1 | 14 | 2 | 14 | | | 9600 | 9600 | |
| 37 | UTR UPRE -> COS SAGE | UTR_UPRE | COS_SAGE | IEC101_NBaf | 31 | -1 | UPRE | | 1 | 11 | 2 | 11 | | | 9600 | 9600 | |
| 38 | N2 SCR1 -> SAGE COS | N2_SCR1 | COS_SAGE | IEC101_NBaf | 30 | -1 | SCR1 | | 1 | 3 | 2 | 3 | | | 2400 | 2400 | IGNERS= 0 SINCR= 1 INVAR |
| 39 | UTR PAL8 -> SAGE COS | UTR_PAL9 | COS_SAGE | IEC101_NBaf | 29 | -1 | PAL9 | | 1 | 4 | 2 | 4 | | | 9600 | 9600 | GRPMASK= 0 BITSTRING= d |
| 46 | UTR GRA2 -> COS SAGE | UTR_GRA2 | COS_SAGE | IEC101_NBaf | 46 | -1 | GRA2 | | 1 | 7 | 2 | 7 | | | 9600 | 9600 | GRPMASK= 0 BITSTRING= d |
| 47 | UTR PEL3 -> COS SAGE | UTR_PEL3 | COS_SAGE | IEC101_NBaf | 66 | -1 | PEL3 | | 1 | 8 | 2 | 8 | | | 9600 | 9600 | GRPMASK= 0 BITSTRING= d |
| 48 | UTR LITATL2 0902 -> COS SAGE | UTR_OS02ATL2 | COS_SAGE | IEC101_NBaf | 85 | -1 | OS0A | | 1 | 9 | 2 | 9 | | | 9600 | 9600 | GRPMASK= 0 BITSTRING= d |

Fig. 5 – Aplicativo Editor do Modelo SCADA

4.1 Aplicativo de edição do modelo SCADA

No aplicativo Editor do Modelo SCADA, são associados os pontos já cadastrados no aplicativo de Cadastro de Pontos aos pontos lógicos e, estes aos pontos físicos. Também neste aplicativo são criados os nós e inseridos e configurados os seus pontos lógicos e as conexões que interligam cada dois nós, e os respectivos pontos físicos.

5.0 - GERAÇÃO DA BASE DE DADOS DO SAGE

As bases de dados dos sistemas SAGE do COS e do *site backup* são geradas por um *script*, em linguagem PHP, que monta os arquivos DAT, que são em formato texto, ver. Fig. 6. Para cada entidade da base SAGE é feita uma consulta SQL ao banco de dados fonte, trazendo as informações necessárias para a sua criação. Uma quantidade grande de parâmetros das entidades do SAGE é administrada pelo próprio *script*, o qual possui uma série de regras para a configuração de *defaults*. Isto reduz muito a quantidade de parâmetros que os usuários necessitam preencher no sistema. Qualquer mudança na definição destes *defaults* pode ser introduzida mediante a simples alteração de regras no *script* gerador, sem a necessidade de preenchimento de parâmetros para um número grande de pontos.

Ao acionar o *script*, são fornecidos parâmetros para definir o nó que deverá ser criado e a versão da base.

Na Tabela 1 são apresentadas as correspondências entre as entidades do GBF e as do SAGE. Note-se que a quantidade de entidades do SAGE é bem maior, e, portanto mais complexa de ser preenchida.

Os arquivos DAT da base do SAGE do COS da CEEE-GT, em março de 2017, possuem um total de cerca de três milhões e duzentas e cinquenta mil linhas de configuração e já está na versão 570. Já os arquivos da base do SAGE do *site backup* da CEEE-GT, na mesma data, totalizam em torno de um milhão e seiscentas mil linhas, estando na versão 74. Em média, é implantada uma nova base do SAGE no COS a cada semana.

| | Entidade da Base Fonte GBF | Entidades da Base SAGE Gerada |
|-----------------------|----------------------------|---|
| E M S | Instalações | INS, MAP, TAC, TELA, USI, GRUPO |
| | Estações EMS | EST |
| | Módulos | BCP, CAR, CSI, LTR, RAM, REA, SBA, TR2, TR3, UGE, LIG |
| | Conectores | CNC, LIG |
| S C A D A | Nós | LSC, TAC, TDD, CNF, UTR |
| | Pontos Lógicos | CGS, PAS, PDS, E2M, GRCMP |
| | Tipo de Ponto | OCR, TCTL, NV1, NV2, E2M |
| | Conexões | CXU, ENU |
| | Pontos Físicos | CGF, PAD, PAF, PDD, PDF, NV1, NV2 |
| | Cálculos | RCA |
| | Fórmulas | TCL |

Tabela 1 – Correspondências entre as entidades do GBF e da base SAGE

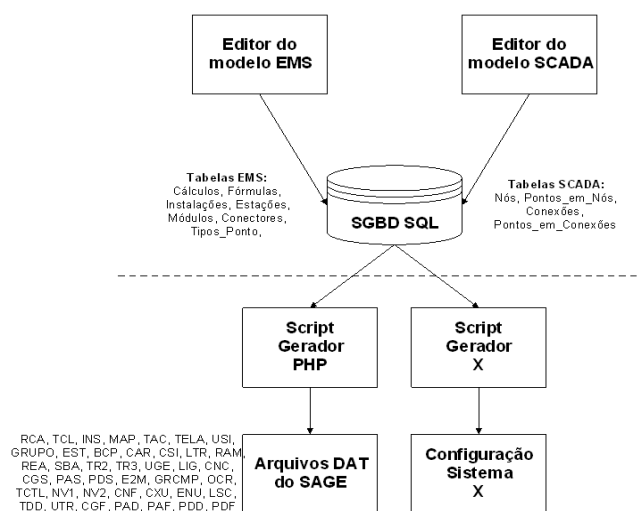


Fig. 6 - Esquema de Geração pelo GBF da Configuração de Diversos Sistemas

6.0 - GERAÇÃO DA BASE DE DADOS DA IHM'S LOCAIS E CONCENTRADORES DE CENTROS DE TELECONTROLE.

De forma semelhante ao Gerador da Base SAGE, funciona o gerador das configurações para as IHM's locais e Centros de Telecomando. Estas IHM's utilizam o sistema *open source* OSHMI – Open Substation HMI, o qual possui arquivos de configuração em formato texto, assim como o SAGE. Isto facilita muito a criação das configurações através do *script* gerador. Para que este esquema funcione, é preciso que a configuração do sistema alvo seja bem documentada e que os seus arquivos tenham um formato aberto.

Para quem está editando as bases de dados, os aplicativos funcionam de forma transparente, independente do sistema que será gerado, seja ele SAGE, IHM, concentrador, etc. Isto simplifica bastante a configuração dos sistemas, pois é possível utilizar sempre as mesmas ferramentas para executar o serviço.

Todas as listas de pontos e cálculos necessárias para a programação das IHM's são administradas através do GBF, não sendo necessária (e nem aconselhável) nenhuma intervenção manual sobre estes arquivos.

As telas de Operação das IHM's são criadas, numa versão preliminar, automaticamente. Estas telas contêm todos os objetos necessários para comporem a tela final, já relacionados ao banco de dados de tempo real. Apenas é

requerido que os objetos sejam manualmente reposicionados na forma semelhante ao unifilar para se chegar ao resultado final.

De forma análoga, também são administrados os concentradores de Centros de Telecontrole, que utilizam um sistema proprietário da CEEE-GT.

7.0 - CONTROLE DE ALTERAÇÕES, VERSIONAMENTO, REDUNDÂNCIA E *BACKUP*

Como os aplicativos são utilizados de forma multiusuário, ou seja, diversos funcionários utilizam simultaneamente o sistema, e a quantidade de alterações introduzidas no banco de dados semanalmente é bastante elevada, tornou-se muito importante ter ferramentas de controle de alterações, versionamento e *backup*.

O sistema GBF opera com servidores de bancos de dados (SGBD's) independentes: o principal, o reserva quente e o *backup* frio, este último está fisicamente localizado em outra cidade. Cada servidor conta com discos rígidos redundantes em configuração tipo RAID 1 (espelhamento). A sincronização dos bancos de dados é feita periodicamente entre os servidores, sempre partindo do principal para os demais. Esta redundância de máquinas em diferentes locais garante a preservação dos dados em caso de falha de *hardware* ou de desastre no *datacenter*.

A funcionalidade de controle de alterações no banco de dados fonte, em nível de registro (tupla), tem o objetivo de documentar quem fez, quando e o que foi alterado, preservando os registros originais, caso seja necessário voltar atrás. Através de uma interface *Web*, é possível verificar as diferenças entre os bancos de dados dos servidores principal e reserva, assim como consultar/filtrar todos os registros de alterações.

O controle de alterações de dados do GBF é feito através da manipulação de *triggers* do SGBD, que são interceptadores das operações de *insert/delete/update* feitas sobre as tabelas monitoradas. Os *triggers* são criados para registrar o usuário, o momento e o que está sendo alterado (3). Esta forma de registrar as alterações tem a vantagem de ser transparente para as aplicações, ou seja, não é necessário alterar o código dos aplicativos, permitindo registrar toda e qualquer alteração, de forma independente da sua origem.

Adicionalmente ainda são feitas a preservação das versões geradas das bases DAT dos sistemas SAGE e o *dump* periódico dos dados brutos da base fonte, em formato de instruções SQL, o que possibilita reconstruir estados anteriores do banco de dados.

A Fig. 7 apresenta os totais de registros alterados no GBF para os anos de 2015 e 2016, mês a mês. Estes dados representam o grande volume de operações sobre os dados gerenciados pelo sistema, isto é devido ao elevado número de dispositivos gerenciados, à grande quantidade de pontos nestes dispositivos, ao número de conexões e dados trocados entre os dispositivos e à quantidade de expansões e modificações no sistema elétrico e respectivos sistemas de proteção, automação e supervisão.

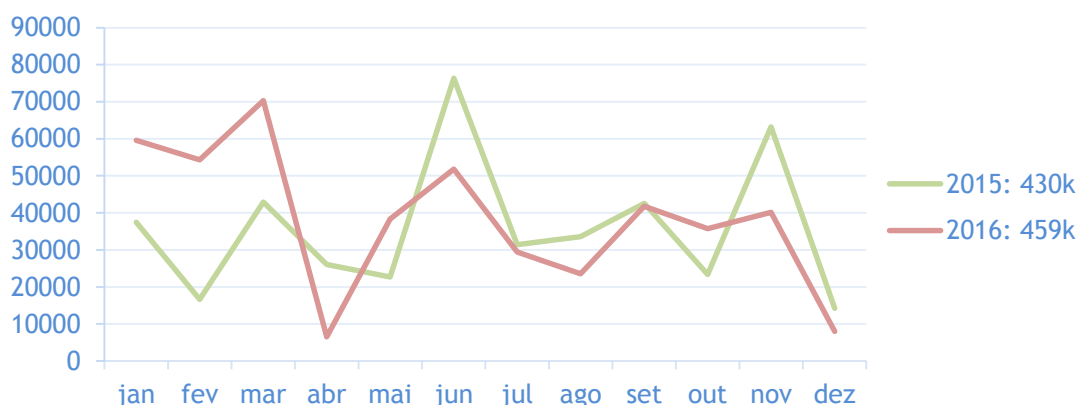


Fig. 7 - Número de alterações na base do GBF por mês, para 2015 e 2016.

Estão modelados no GBF cerca de 250 subestações, 180 dispositivos de supervisão contendo 360 mil pontos lógicos e 280 conexões com 290 mil pontos físicos.

8.0 - OUTRAS FUNCIONALIDADES.

A base de dados do GBF, por ter informações completas e inter-relacionadas sobre a topologia da rede elétrica e sobre o sistema SCADA, serve como referência para uma série de aplicativos do Portal de Supervisão do Sistema Elétrico da CEEE-GT. Acessando o GBF, os aplicativos se autoconfiguram em muitos aspectos, assim requerendo menor intervenção manual dos usuários.

Entre os aplicativos disponíveis, tem-se: Monitoração de Problemas de Supervisão (listas de pontos com falha, congelados, com erro de sincronismo, zerados, incoerentes, com excesso de transições, etc.), Consulta online aos Cadastros SCADA e EMS, Consultas aos Dados Históricos, Consultas aos Eventos e Alarmes, Monitoração de Carregamento de Transformadores, Acompanhamento da Curva de Carga e Telas de Operação em Tempo Real.

9.0 - CONCLUSÕES

O GBF está consolidado como a ferramenta principal e fundamental para os profissionais da área de Engenharia de Supervisão da CEEE-GT, estando inserido em, praticamente, todos os processos do fluxo de trabalho do setor.

Entre os benefícios alcançados com a utilização deste sistema pode-se citar:

- **Facilidade de aprendizado:** uso de uma ferramenta unificada para administrar diversos tipos de sistemas SCADA.
- **Eficiência:** o GBF é multiusuário, permitindo a edição simultânea de diferentes dispositivos por diversas pessoas.
- **Agilidade:** o tempo de preparação das configurações dos sistemas alvo foi brutalmente reduzido.
- **Rastreabilidade:** informações completas sobre as alterações introduzidas são registradas.
- **Confiabilidade:** sabe-se sempre que as configurações válidas são as geradas pelo GBF e as informações são preservadas através de diversos níveis de redundância.
- **Consistência:** as informações são consistentes progressivamente, em diferentes níveis (integridade referencial no banco de dados, consistências na entrada e processamento de dados pelos aplicativos), por isto ao serem implantadas nos dispositivos, dificilmente contém erros ou inconsistências.
- **Reutilização e disseminação das informações:** diversos aplicativos, subsistemas e usuários se baseiam nas informações estruturadas, amplamente acessíveis e centralizadas do GBF.

10.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(1) OLSEN, R.L., PAULO, A.R.G.S. Modelagem Otimizada para Geração da Base Fonte SCADA/EMS do SAGE – VII SIMPASE, 2007. Em: < <https://tinyurl.com/modgersage> > (acesso em 24 fev 2017). (2) CEPEL, Manuais de Configuração do SAGE: Módulos EMS e SCADA.

(3) OLSEN, R.L. Using Triggers To Keep Track Of MySQL Table Changes. Em: < <https://ricolsen1supercv.wordpress.com/2013/11/20/using-triggers-to-keep-track-of-mysql-table-changes> > (acesso em 6 mar 2017).

11.0 - DADOS BIOGRÁFICOS



Ricardo Lastra Olsen, MEng.

Nascimento: Porto Alegre – RS, 1965.

Graduação em Engenharia Elétrica – UFRGS – Porto Alegre, 1990.

Mestrado em Instrumentação Eletroeletrônica – UFRGS – Porto Alegre, 1992.

Trabalha na CEEE-GT, na área de Engenharia de Supervisão desde 1998.

Áreas de atuação: Sistemas SCADA/EMS, Gráficos de Alto Desempenho, Automatismos em Centros de Controle, Interfaces IHM para controle local e remoto de subestações, Consciência Situacional, sistemas SCADA na nuvem, historiadores de dados, visualização de informações, integração de dados de supervisão aos sistemas corporativos, sistema para gestão das configurações de sistemas SCADA/EMS.



Vítor Donaduzzi, Eng.

Nascimento: Santa Maria – RS, 1984.

Graduação em Engenharia Elétrica – PUCRS – Porto Alegre, 2013.

Trabalha na CEEE-GT, na área de Engenharia de Supervisão desde 2006.

Atualmente é o coordenador da Engenharia de Supervisão da CEEE-GT, responsável pelos centros de operação e telecontrole.

Áreas de atuação: Sistemas SCADA/EMS, Interfaces IHM para controle local e remoto de subestações, Segurança Cibernética, historiadores de dados, aplicações web, sistemas de treinamentos para operadores.