	<p>XX SNPTEE SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA</p>	<p>Versão 1.0 22 a 25 Novembro de 2009 Recife - PE</p>
---	--	--

GRUPO – IX

GRUPO DE ESTUDO DE OPERAÇÃO DE SISTEMAS ELÉTRICOS - GOP

iOSC - SISTEMA INTELIGENTE DE GESTÃO DE OSCILOGRAFIAS

**Fernando S. Varela(*)
Tractebel Energia S.A.**

**Jacqueline G. Rolim
UFSC**

**Miguel Moreto
UFSC**

**Everton P. Lenz
UFSC**

**Luiz H. Kato
Reason Tecnologia S.A.**

**Sergio L. Zimath
Reason Tecnologia S.A.**

RESUMO

O sistema iOSC é responsável pela análise das oscilografias geradas em usinas, correlacionando as informações contidas nestes registros com a seqüência de eventos provenientes do Sistema de Supervisão da Geração – SSG. Esse processo é realizado automaticamente e visa fazer uma pré-classificação das ocorrências, priorizando os registros a serem analisados pelo engenheiro especialista. O sistema de coleta de oscilografias possui interface *web* amigável, possibilitando o acesso aos arquivos pré-analisados de maneira centralizada e permitindo que tanto as equipes da operação quanto de manutenção possam ter acesso às informações.

PALAVRAS-CHAVE

Diagnóstico de Geradores, Oscilografia, Registrador Digital de Perturbações, Seqüência de Eventos, Sistemas Especialistas.

1.0 - INTRODUÇÃO

Devido à importância dos geradores para a qualidade e confiabilidade do fornecimento de energia elétrica, o monitoramento destes equipamentos deve ser constante. Assim, além dos diversos dispositivos responsáveis por sua proteção, é comum que os geradores sejam monitorados por registradores digitais de perturbação (RDPs), conhecidos também como oscilógrafos digitais. Estes equipamentos monitoram continuamente grandezas predefinidas do gerador, como por exemplo, as tensões, correntes e freqüência, bem como os estados de dispositivos de proteção, chaves seccionadoras e disjuntores. Caso ocorra alguma variação nesses sinais que ultrapasse um limiar pré-estabelecido, o equipamento cria um registro.

Uma prática comum é que as informações dos oscilógrafos sejam armazenadas e analisadas em um único local, o que é possível pelo fato de que a maioria dos RDPs é capaz sincronizar seus registros através do sistema de posicionamento global (GPS). Contudo, dependendo do porte da empresa e do número de RDPs conectados ao sistema, a quantidade de dados disponíveis para análise pode inviabilizar a verificação de todas as oscilografias registradas diariamente, pois boa parte do tempo é despendida na coleta, análise e seleção manual dos dados de uma determinada ocorrência.

O Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) vem empenhando esforços para o desenvolvimento de um sistema de gerenciamento de oscilografias (1). Sistemas de análise automática de oscilografias também já foram desenvolvidos para uso na CHESF (2) e na LIGHT (3). Entretanto, nota-se que o foco desses trabalhos é na área de transmissão.

(*) Rua Antônio Dib Mussi, 366, Centro – CEP: 88015-110 Florianópolis, SC – Brasil
Tel: 4832217195 – Email: fernandosv@tractebelenergia.com.br

Assim, seguindo a tendência mundial na área de aplicação de sistemas inteligentes na análise de faltas em sistemas de potência, conforme descrito em (8), desenvolveu-se o “Sistema Inteligente de Pré-análise e Gestão de Perturbações e Oscilografias Voltado Para Geração - iOSC”, capaz de pré-analisar perturbações considerando as peculiaridades da área de geração e para isso utiliza informações de dois sistemas distintos: o de oscilografias e o de supervisão das usinas, por meio das Seqüências de eventos (SOE – *Sequence Of Events*). Este sistema foi desenvolvido como parte do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento da Tractebel Energia S.A., código ANEEL 0403-012/2006, ciclos 2005/2006 e 2006/2007, registrados em (4) e executado pelo GSP/ LABSPOT (Grupo de Sistemas de Potência/ Laboratório de Sistemas de Potência) da UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina e pela Reason Tecnologia S.A.

2.0 - SISTEMAS INTEGRADOS DA OPERAÇÃO

O desenvolvimento do algoritmo principal de funcionamento do iOSC foi baseado no processo de análise de perturbações já utilizado internamente pela Tractebel Energia S.A. Esse procedimento utiliza informações de duas fontes de dados: o sistema de oscilografia e o sistema de supervisão. Como ambos os sistemas já existiam na Tractebel Energia S.A., um dos objetivos do projeto era integrar essas informações de maneira automática.

A seguir tem-se uma descrição de cada um dos sistemas envolvidos.

2.1 Módulo de coleta de oscilografias

O sistema de coleta de oscilografias anterior à execução do projeto consistia de computadores exclusivos para a atividade de coleta de oscilografias dos registradores instalados nas usinas utilizando-se de uma rede privada TCP/IP da Tractebel Energia S.A. Optou-se então por fazer uso da tecnologia de virtualização de computadores, permitindo otimizar recursos computacionais, espaço físico, facilidade na manutenção, backup e expansibilidade, o que implica em uma redução direta de custos.

A virtualização é realizada por um programa capaz de simular um, ou mais computadores, permitindo a instalação de um sistema operacional e a execução de serviços de maneira isolada do computador hospedeiro. Cada uma das máquinas virtuais é armazenada em um arquivo, assim, em caso de falha da máquina hospedeira, é possível restabelecer o sistema instalando o software de virtualização em outro computador e carregando a máquina virtual, sem a necessidade de configurações adicionais, já que o computador virtual é independente do hardware. De forma a manter uma maior flexibilidade, optou-se por criar duas máquinas virtuais: uma para coletar os dados dos RDPs das usinas térmicas e outro para as hidráulicas.

2.2 Sistema de Supervisão da Geração (SSG)

Em 2004, o Operador Nacional do Sistema (ONS) iniciou o desenvolvimento do projeto SINOCON (Sistema Nacional de Observabilidade e Controlabilidade), que consistia, basicamente, na instalação de Unidades Terminais Remotas (UTRs) nas usinas e subestações consideradas como emergenciais, de forma a atender aos procedimentos de rede. Com isso, uma série de novas informações se tornou disponível tanto para o ONS quanto para os agentes.

Dentre essas informações, os dados mais utilizados nas análises são as Seqüências de Eventos (SOE). Essas listas são compostas por eventos registrados com precisão de 1ms, o que garante a fidelidade na seqüência dos registros de atuações das proteções, aberturas e fechamentos de disjuntores, entre outros, facilitando a análise de falhas no sistema elétrico, pois todas as informações, mesmo de subestações e usinas distantes entre si ficam relacionadas a uma base de tempo comum, o sistema de Posicionamento Global via Satélite (GPS)

O Sistema de Supervisão da Tractebel Energia S.A. ao receber as informações das UTRs armazena os dados na Base de Dados da Operação, que é acessível a outros sistemas da operação e facilita a integração dos sistemas.

3.0 - IMPLEMENTAÇÃO

O desenvolvimento do sistema foi realizado utilizando-se a metodologia da prototipação evolucionária, que baseia-se no desenvolvimento uma implementação inicial expondo-a aos comentários dos usuários e aperfeiçoando-a ao longo de muitos estágios, até que o sistema adequado tenha sido desenvolvido. Desta

maneira, foi criada a interface básica utilizando tecnologia *Web* para que os requisitos e funcionalidades do sistema fossem corretamente compreendidos pelo usuário final.

O padrão de arquitetura de *software* utilizado pelo sistema foi o *Model-View-Controller* (MVC). Essa arquitetura promove a segregação das tarefas de acesso aos dados e lógica do negócio (*Model*), da apresentação e interação com o usuário (*View*), introduzindo um componente entre os dois: o *Controller*. Desta forma, alterações feitas na interface não afetam a manipulação dos dados, que podem ser reorganizados sem alterar a interface do usuário.

O molde MVC oferece vantagens significativas no desenvolvimento de aplicativos por meio da separação das camadas, possibilitando implementar com maior facilidade e clareza questões programáticas importantes como a persistência de dados, controle de segurança, comunicação em rede e fluxo de visualização. Com isso, as equipes de programação podem se concentrar em suas habilidades centrais e integrar as camadas através de interfaces bem definidas. Esta separação permite que aplicativos possam ser mais facilmente modificados e estendidos para atender a novas exigências, bem como possibilita que a interface com o usuário apresente várias visões de um só modelo, sem interferir com a lógica de negócio.

3.1 Sistema Operacional, linguagens de programação e *hardware* utilizado

As linguagens de programação utilizadas no desenvolvimento do sistema foram PHP e JavaScript (*Framework* DOJO) para *web* e Python para as demais funcionalidades. No desenvolvimento da interface, utilizou-se as linguagens PHP e Javascript (DOJO framework). O Python, que é uma linguagem orientada a objeto com uma grande variedade de bibliotecas e fácil aprendizado, foi utilizado em diversas funcionalidades internas do sistema, em especial, no módulo de pré-análise. Este módulo foi desenvolvido em Python e em “CLIPS Expert System Shell”, uma ferramenta específica para SEs e amplamente utilizada na área de IA.

O sistema operacional escolhido foi o Microsoft Windows 2003 Server Enterprise Edition pelo fato de oferecer, nativamente, o serviço de *cluster*, permitindo que um servidor assuma as atividades do outro em caso de falha. Adicionalmente, é utilizado um outro servidor, chamado de máquina de pré-produção, onde as novas implementações e regras são testadas antes de serem aplicadas aos servidores de produção.

O sistema é formado por três componentes, o serviço de aplicação, o gerenciador de banco de dados e o serviço de armazenamento de dados. O serviço de armazenamento de dados e o gerenciador de banco de dados são parte da infra-estrutura da Tractebel, enquanto que o serviço de aplicação é executado em um cluster ativo/passivo formado por dois servidores com fonte de alimentação redundantes e discos em RAID 1.

3.2 – Usina Protótipo

Uma etapa muito importante no projeto foi a escolha de uma usina para ser utilizada como um projeto piloto, fundamental para a modelagem da arquitetura do sistema. Analisando-se as usinas disponíveis, a Usina termelétrica de Charqueadas (UTCH) foi escolhida, pois era a usina da Tractebel Energia S.A. na qual o projeto SINOCON estava mais adiantado e também por possuir a estrutura com maior complexidade no sistema de potência, do ponto de vista da análise sistêmica.

A UTCH é uma usina movida a carvão, constituída por quatro geradores de 50Hz interligados à uma barra onde estão conectados dois conversores mecânicos de 50Hz para 60Hz, que fazem a interligação da usina no Sistema Interligado nacional (SIN). Cada um desses conversores é formado por um motor (50Hz) e um gerador (60Hz) montados sobre um mesmo eixo.

3.3 Fluxo de dados

Uma visão macro do iOSC permite entender como ocorre o fluxo de informações entre os diversos módulos, representado na Figura 1(a). Os equipamentos representados pela sigla RP-IV são RDPs da Reason, que constituem a maior parte dos equipamentos instalados na Tractebel Energia S.A. e necessitam do sistema de varredura para verificar periodicamente a existência de novos registros para serem baixados. Os RP-V são a geração mais moderna dos RDPs da Reason e enviam espontaneamente novos registros, logo após a geração dos mesmos.

O procedimento é iniciado quando ocorre uma perturbação na usina, seja por desligamento de uma unidade, uma oscilação de potência, um curto circuito em uma linha externa, em suma, qualquer evento que sensibilize os

sensores dos oscilógrafos. As oscilografias são então geradas e armazenadas, ficando nos RDPs aguardando a coleta pelo iOSC. Enquanto isso, as UTRs já enviaram os dados de seqüência de eventos para o SSG e essas informações são armazenadas na base de dados do Oracle.

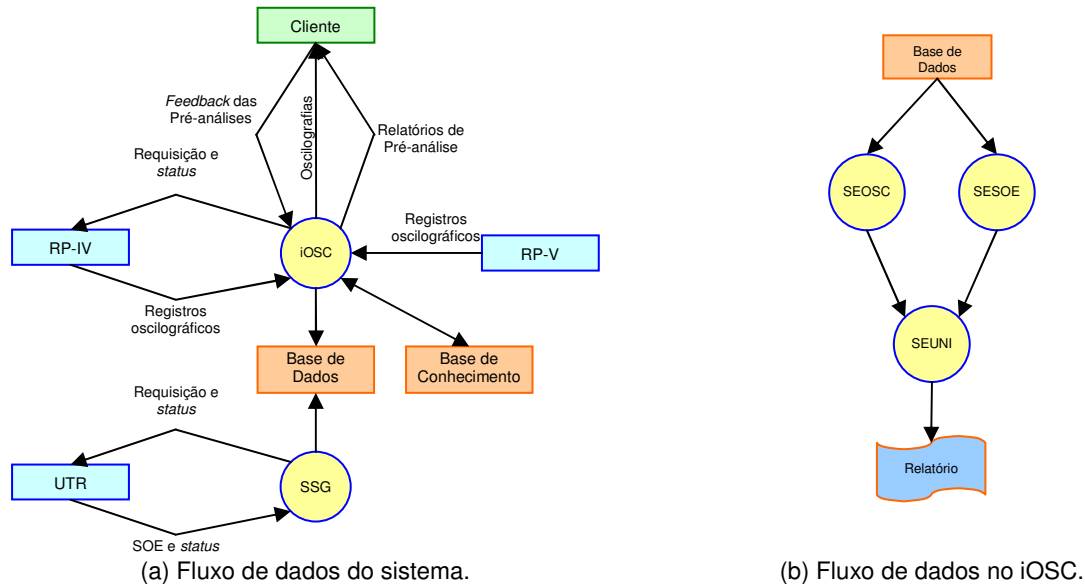


FIGURA 1. Fluxo de dados.

À medida que o iOSC coleta os oscilogramas, eles são analisados pelo Módulo de Pré-Análise Fasorial (SEOSC, representado na Figura 1(b)). Em paralelo, o Módulo de Pré-Análise de Seqüência de Eventos (SESOE na Figura 1(b)) é acionado, consultando os eventos correspondentes ao período das oscilografias em questão. Quando esses módulos emitem seus diagnósticos, os resultados são combinados pelo módulo de análise da unidade (SEUNI) e é gerado o relatório final da pré-análise.

3.4 Módulos de Pré-análise

O Módulo de Pré-Análise é o núcleo da automação do sistema e é constituído pela base de conhecimento e pelos sub-módulos de pré-análise do registro fasorial, da seqüência de eventos (SOE) e o responsável pela conclusão final.

Todos os sub-módulos de pré-análise utilizam uma técnica de IA chamada de Sistema Especialista (SE). Os SEs são programas compostos por uma Base de Conhecimento e uma Máquina de Inferência, responsável por processar os dados de acordo com as regras estabelecidas. Essa técnica é aplicada a problemas normalmente solucionados por um especialista humano, porém limitando-se a um domínio específico do conhecimento. A principal diferença entre os sistemas especialistas e programas tradicionais é a separação do conhecimento - representado pelas regras de produção - da metodologia de solução - aplicada pelo mecanismo de inferência. Essa característica permite que a adição, alteração e exclusão de regras sem interferência no código do programa, garantindo uma maior segurança e ao mesmo tempo, flexibilidade ao sistema. Além disso, as respostas fornecidas são baseadas em conhecimento justificável, facilitando a sua aceitação pelo usuário.

A seguir, será apresentado em mais detalhes o funcionamento destes sistemas especialistas que formam a base dos módulos de pré-análise.

3.4.1 Sub-módulo de pré-análise do registro fasorial

O sistema especialista SEOSC é responsável pela análise do registro fasorial da oscilografia. Esse tipo de arquivo é utilizado devido ao seu maior tempo de registro das grandezas monitoradas (da ordem de minutos) possibilitando uma melhor representação das ocorrências, já que geradores de energia elétrica apresentam

constantes de tempo de valor elevado. O registro de curta duração não é utilizado na metodologia, por conta da natureza das classificações estabelecidas.

Inicialmente os dados do registro fasorial da unidade de geração envolvida na ocorrência são segmentados através de uma rotina de detecção de eventos. Estes eventos podem ser transitórios rápidos ou mudanças significativas no estado das grandezas monitoradas pelo RDP. A segmentação do registro fasorial é feita através da definição de um índice de detecção de eventos (ID) baseado em (5), com algumas modificações apresentadas em (6). O índice proposto é o seguinte:

$$id(n) = \sigma_{\Delta} = \frac{1}{\Delta - 1} \sum_{i=n}^{n+\Delta} (u_{rms}(i) - \mu)^2$$

Onde n é o índice da amostra, u_{rms} é o módulo da amostra i do registro fasorial, Δ é o tamanho da janela de cálculo sobre a qual é calculado o desvio padrão σ_{Δ} e μ é a média das amostras na janela.

Quando o índice $id(n)$ excede um limiar ε previamente definido, é considerado que o ponto n pertence a um segmento de transitório. Assim, o primeiro ponto onde $id(n) > \varepsilon$ indica o início do intervalo transitório o qual termina no último ponto quando $id(n) < \varepsilon$. Um exemplo deste algoritmo de segmentação pode ser visto na Figura 2.

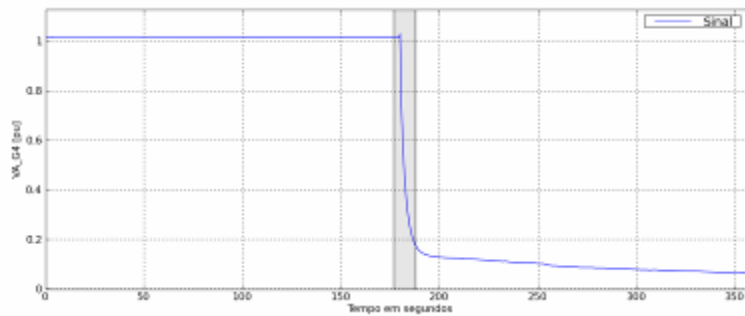


FIGURA 2. Exemplo de segmentação.

Feita a segmentação do sinal, são calculadas grandezas de interesse em cada segmento (pré, durante e pós-evento). Estas grandezas de interesse são os valores médios das potências ativa e reativa bem como das tensões e correntes medidos no terminal do gerador. Este processo de cálculo de grandezas constitui uma extração de características, que são armazenadas na base de fatos do SEOSC.

Cruzando as informações da base de conhecimento com a base de fatos, o SEOSC gera um relatório com uma conclusão preliminar a respeito da ocorrência, a qual será confrontada com a conclusão do módulo de análise da seqüência de eventos para então gerar a conclusão final da pré-análise.

3.4.2 Sub-módulo de pré-análise da seqüência de eventos

Este sub-módulo também é baseado em um sistema especialista, chamado de Sistema Especialista de Análise da Seqüência de Eventos (SESOE).

A partir da oscilografia que está sendo analisada pelo módulo de pré-análise, os dados da seqüência de eventos são selecionados na base de dados de tal forma que apenas os eventos relativos à unidade de geração sob análise e ocorridos no intervalo de tempo da oscilografia são analisados e classificados de acordo com seu tipo: eventos de atuações de funções de proteção, proteções auxiliares e mudança de estado de disjuntores. Dentro destas classes principais, os eventos são classificados de acordo com sua função na unidade de geração, como por exemplo, função de proteção de sobrecorrente, relé auxiliar de bloqueio, disjuntor principal, comando manual de disjuntor, dentre outros.

A partir da classificação e do estado de cada evento, cria-se a base de fatos do sistema especialista. Um conjunto de regras definidos a partir de estudos do sistema de proteção verifica então qual a seqüência de eventos ocorrida

gerando uma conclusão que é armazenada no relatório de saída. A seguir um exemplo seqüência de eventos é apresentado para esclarecer o funcionamento deste módulo.

Instante	Usina	Data	Circuito	Descrição
19:13:58.088	UTCH	Jun25	GT04	Relé de reversão de potência 32G atuou
19:13:58.104	UTCH	Jun25	GT04	Relé de bloqueio do gerador atuou
19:13:58.137	UTCH	Jun25	GT04	Disjuntor principal da unidade 4 abriu

Esta seqüência de eventos ilustra um procedimento de desligamento de uma unidade de geração térmica através da atuação do relé de reversão de potência. Assim, uma vez que a seqüência de eventos é interpretada e armazenada na base de dados do SOE, uma regra pode ser definida para identificar este caso. No caso aqui exemplificado esta regra poderia ser: "Se houve atuação do relé de reversão de potência e uma subsequente abertura do disjuntor, então provavelmente houve o desligamento proposital da unidade". Para confirmar esta conclusão é necessário verificar o resultado da análise do registro fasorial, verificando se a potência inicial (pré-falta) do gerador estava próxima de zero, indicando a reversão de potência proposital e não uma atuação normal desta função de proteção.

Através deste exemplo, verifica-se que as análises da oscilografia e da seqüência de eventos são complementares. Desta forma, se faz necessário correlacionar os resultados de ambas para se obter uma conclusão definitiva a respeito da ocorrência. Em função disto, foi definido um terceiro módulo, também baseado em sistemas especialistas.

3.4.3 Sub-módulo de análise da unidade

O sub-módulo de análise da unidade correlaciona as conclusões da análise da oscilografia e da seqüência de eventos para gerar o resultado final do módulo de pré-análise. No estado atual, o sistema é capaz de identificar os seguintes casos para o protótipo da UTCH:

1. Operação Normal: Quando o gerador está operando normalmente, sem variações significativas nas tensões e correntes e sem seqüência de eventos. Uma oscilografia desse tipo pode ser gerada por um disparo provocado por outro RDP na mesma usina, um ajuste muito sensível, ou por um outro gerador monitorado pelo mesmo oscilógrafo;
2. Unidade Fora de Operação: Quando as correntes e tensões dos geradores são nulas e não há seqüência de eventos.
3. Desligamento de unidade com reversão de potência: Ocorre quando um gerador térmico está sendo desligado. Neste caso, provoca-se a atuação do relé de reversão de potência para evitar danos a turbina caso as válvulas de fechamento do vapor apresentem defeito (7). Estes casos são identificados através do valor da potência ativa pré-falta e da presença da atuação do relé 32 na seqüência de eventos.
4. Desligamento da unidade sem reversão de potência: Ocorre quando o gerador é desligado normalmente.
5. Energização da Unidade: Ocorre quando um gerador é ligado.
6. Testes de proteção: Ocorrem com a máquina desligada. É necessário analisar a seqüência de eventos para confirmar este caso, pois apenas através da oscilografia não é possível chegar a esta conclusão;
7. Redução ou aumentos de Carga: Ocorre uma diminuição da potência ativa fornecida pelo gerador, sem que ocorra o desligamento do mesmo. Estes casos são considerados operações normais dos geradores;
8. Falta Detectada: Quando ocorre um desligamento brusco da unidade geradora Unidade Isolada: A unidade é desconectada do sistema, porém permanece girando e energizada;
9. Sincronismo Detectado: Quando ocorre o fechamento do disjuntor principal da unidade e esta passa a fornecer energia ativa para o sistema.

Conforme a saída do módulo de pré-análise o engenheiro analista pode escolher qual a próxima oscilografia que será verificada em função do resultado da pré-análise. Casos como desligamento forçado de geradores ou não conclusivos podem ser analisados em primeira instância.

4.0 - VALIDAÇÃO DO SISTEMA

Ao entrar no sistema o usuário visualiza uma tela com uma lista dos RDPs filtrados por usina assim como informações sobre quais oscilografias que já foram lidas e qual a situação de análise de cada uma delas. Nessa

interface, o cliente pode clicar em qualquer um dos eventos para abrir o relatório da pré-análise e ter acesso à oscilografia.

Na tela do relatório de pré-análise, são exibidos os circuitos existentes na oscilografia pré-analisada e o resultado obtido por cada um dos sistemas especialistas. Além dos resultados definidos pelo sistema, uma coluna adicional, permite que o analista indique se o resultado final foi correto ou não (Figura 3(a)). Complementando esse campo, sempre que for realizada alguma alteração nessas informações, deve-se gerar uma nova revisão e o sistema irá solicitar uma justificativa, registrando a mudança no sistema.



(a) Tela principal do relatório de pré-análise.

Gerador:	Potência das Unidades:		Pré-Falta		Pós-Falta	
	Ativa	Reativa	Tensões	Correntes	Ativa	Reativa
GER_1	0.548	0.197	VA_G1: 1.005; VB_G1: 1.005; VC_G1: 1.005;	IA_G1: 0.575; IB_G1: 0.581; IC_G1: 0.582;	0.565	0.235
GER_2	-0.000	0.000	VA_G2: 0.002; VB_G2: 0.001; VC_G2: 0.001;	IA_G2: 0.004; IB_G2: 0.004; IC_G2: 0.004;	-0.000	0.000
GER_3	-0.000	0.007	VA_G3: 1.008; VB_G3: 1.011; VC_G3: 1.009;	IA_G3: 0.572; IB_G3: 0.567; IC_G3: 0.570;	-0.001	0.008
GER_4	0.023	0.169	VA_G4: 1.015; VB_G4: 1.008; VC_G4: 1.010;	IA_G4: 0.168; IB_G4: 0.174; IC_G4: 0.170;	-0.000	0.003

Análise SOE GER_1:	
Regras:	====>> DIAGNOSTICO SOE: SOE vazio
Eventos:	SEN SOE

Análise Final GER_1:	
Regras:	SEUNI R2: OPERAÇÃO NORMAL

(b) Detalhes do relatório de pré-análise.

FIGURA 3. Tela principal e do relatório de pré-análise.

Ainda nessa tela, é possível visualizar alguns valores utilizados nas regras do sistema, assim como as regras utilizadas para a determinação do diagnóstico (Figura 3(b)).

Durante o desenvolvimento, buscou-se manter a simplicidade na interface, assim, grande parte das opções aparecem inicialmente ocultas, focando mais no resultado das análises. Entretanto, todas as opções podem ser rapidamente exibidas. Nessa tela, existem ainda links diretos para todas as oscilografias relacionadas e informações como, por exemplo: potências pré-falta das unidades, potências pós-falta, proteções que atuaram, etc.

Adicionalmente, foi desenvolvida uma outra interface, utilizando uma estrutura de árvore, que pode ser utilizada para localizar faltas relativas a um determinado equipamento.

Para validação do sistema, o módulo de pré-análise foi utilizado para classificar 140 registros de oscilografia do ano de 2007 para os geradores da UTCH. Na Tabela 1, pode-se verificar que destes 140 casos, mais de 95% foram processados corretamente pelo iOSC. Este índice de acertos ainda pode ser melhorado pelo aprimoramento da base de conhecimento do sistema. Observa-se também que dos 140 casos, apenas três representam situações de falta, o que indica que o especialista humano apenas deveria utilizar seu tempo apenas para avaliar estes casos e casos que o iOSC não consiga classificar adequadamente.

TABELA 1. Resultados da pré-análise para setembro de 2007.

Classificação	Total	Acertos	Resultados inconclusivos
Operação normal	69	69	0
Gerador desligado	53	53	0
Desenergização 32G	5	3	2
Desenergização	1	1	0
Acréscimo de carga	2	2	0
Corte de carga	2	1	1
Energização	2	1	1
Sincronismo	3	3	0
Falta	3	1	2
Casos não previstos	6		

Os resultados inconclusivos apresentados na Tabela 1 indicam a ocorrência de um erro na classificação da oscilografia ou da sequência de eventos. Nestas ocasiões faz-se necessária a análise pelo especialista humano devido a existência de algum problema com os dados ou então trata-se de algum caso não previsto na base de conhecimento. Para os casos classificados com “Falta”, estes devem sempre ser analisados em mais detalhes pelo especialista, já que são ocorrências importantes no sistema.

5.0 - CONCLUSÕES

O sistema descrito para pré-análise de oscilografias visa reduzir a carga de trabalho dos engenheiros responsáveis por esta atividade. Considerando que em torno de 95% das oscilografias analisadas se referem a situações normais da energização e desenergização de geradores ou ainda a eventos externos à usina que podem ser identificados pelo iOSC, o ganho obtido pelo sistema é muito significativo.

O novo sistema de gerenciamento das oscilografias também facilita o acesso do usuário às informações, concentrando todos os dados de SOE e oscilografias, por meio de um relatório simples e objetivo, através do qual é possível acessar tanto os dados originais quanto o resultado da pré-análise. Ainda nessa interface, é possível deixar comentários assim como indicar se o resultado da pré-análise foi correto ou não, cumprindo a importante função de centralizar as informações para realizar uma divulgação democrática e colaborativa.

Sobre a estrutura modular adotada no desenvolvimento, pode-se afirmar que ela apresenta a grande vantagem de permitir expansões do sistema de uma forma simples, com um baixo risco de interferência nos módulos adjacentes. Outra característica importante do sistema é a possibilidade de utilizar o iOSC para acessar e correlacionar os dados de forma a realizar estudos com as informações da oscilografia e da supervisão.

A facilidade de expansão do sistema permite ainda que a inteligência do sistema seja aprimorada, contemplando os mais diversos tipos de perturbações sistêmicas, assim como detectando eventos como, por exemplo, a manutenção das proteções, gerando relatórios automaticamente. Para estes casos seria necessário aprofundar a análise nos casos de faltas, empregando para isto os registros de curta duração.

Cabe ressaltar que como cada usina possui particularidades em relação à sua filosofia de proteção e seqüências de eventos, a ferramenta precisa incorporar estes aspectos antes de ser utilizada em outras usinas.

6.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) GIOVANINI, R., MORAES, R.M. D., GONÇALVES, D. N. et al. SPERT - Sistema Integrado para Análise de Perturbações in IX Seminário Técnico de Proteção e Controle – STP. Belo Horizonte, MG, Junho 2008.
- (2) SILVA, K. M., SOUZA B. A., BRITO, E N. S. D. Fault Detection and Classification in Transmission Lines Based on Wavelet Transform and ANN. IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 21, No. 4; pp. 2058 – 2063, 2006.
- (3) RODRIGUES, M. A. P., RODRIGUES, M. A. M., DINIZ, S. S. et al. “Sistema para Análise Automática de Oscilografias na Light”, in Anais do VII Seminário Técnico de Proteção e Controle – STPC. Rio de Janeiro, RJ, 2003.
- (4) Sistema Inteligente de Pré-Análise e Gestão de Perturbações e Oscilografias Voltado para a Geração, Relatórios mensais do projeto da Tractebel Energia S.A., código ANEEL 0403-012/2006.
- (5) STYVAKTAKIS, E.; BOLLEN, M. H. J, GU, I.Y.H.. Automatic classification of power system events using rms voltage measurements in Proc. 2002 IEEE Power Engineering Society Summer Meeting, vol-ume 2, pp. 315-320.
- (6) MORETO, M, ROLIM, J. G.. Automated Analysis of Digital Fault Recorder Data in Power Generating Plants in Proceedings of 16th Power System Computation Conference – PSCC. Glasgow, UK, 2008.
- (7) FENNEL, E. et al. Sequential tripping of steam turbine generators: Working group report. IEEE Transactions on Industry Applications, No. 34, Vol. 6, pp. 1411–1418, Nov./Dec. 1998.
- (8) CIGRE WG B5.03. Fault and disturbance data analysis including intelligent systems, Final Report of CIGRE Study Committee B5 – Protection and Automation, 2007.