



**XXIII SNTPEE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

FI/GOP/02
18 a 21 de Outubro de 2015
Foz do Iguaçu - PR

GRUPO - IX

GRUPO DE ESTUDO DE OPERAÇÃO DE SISTEMAS ELÉTRICOS - GOP

APLICAÇÃO DE CONCEITOS DE “IHM DE ALTA PERFORMANCE” E “SITUATION AWARENESS” NA OPERAÇÃO DA CEEE-GT

Ricardo Lastra Olsen

CEEE-GT

RESUMO

A apresentação dos dados de Supervisão e Controle na operação do sistema elétrico, até hoje, tem seus padrões baseados na tradição dos primeiros sistemas, implantados nas décadas de 80 e 90. No presente trabalho, descreve-se uma tentativa de aplicar recentes estudos, referentes aos aspectos cognitivos da forma de apresentar as informações, com o objetivo de obter melhores resultados operativos. Um novo padrão de telas foi desenvolvido sobre uma plataforma de IHM de código aberto, bem como foram introduzidas inovações no tratamento de alarmes e notificações na área de trabalho. Foi desenvolvido um *script* que torna o processo de criação das telas semiautomático.

PALAVRAS-CHAVE

Interface humano-máquina – IHM – *situation awareness* – telecontrole – código aberto

1.0 - INTRODUÇÃO

A forma de apresentar os dados dos Sistemas de Supervisão e Controle (SSC's) aplicados na operação do setor elétrico nacional, assim como em outros países, tem sua origem nas implementações pioneiras executadas nas décadas de 80 e 90. Naquela época, não havia estudos consolidados sobre os aspectos cognitivos das interfaces humano-máquina, sendo assim, os padrões de representação gráfica foram criados de forma empírica, aproveitando até mesmo convenções adotadas nos painéis, como por exemplo, as cores verde e vermelha para representar o estado de equipamento desligado/ligado. A tecnologia de hardware disponível era muito limitada em relação aos padrões atuais, sendo comum a utilização de monitores de tubo de raios catódicos de até 20 polegadas com representação de caracteres semigráficos em até 16 cores. Ou seja, devido à tradição dos primeiros padrões criados e a natural resistência do ser humano às mudanças, muito pouco mudou na forma de apresentar os dados de supervisão e controle, muito embora já existam estudos e tecnologias disponíveis para se aperfeiçoar esta representação e com isto obter melhores resultados operativos. O objetivo deste trabalho foi, justamente, buscar uma melhor condição de operação do sistema, a partir de uma nova concepção das telas e da interface humano-máquina (IHM), baseada em estudos científicos.

2.0 - CONTEXTO DA EXECUÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho foi executado na Companhia Estadual de Geração e Transmissão de Energia Elétrica (CEEE-GT), nos sete Centros Regionais de Telecontrole da Área de Transmissão. Nestes centros, roda o software *Open Substation HMI* (OSHMI), que é um aplicativo de IHM criado na Empresa utilizando tecnologias de código aberto (*open source*). Este software foi disponibilizado publicamente, sob a licença GPL. As novas telas e técnicas de visualização de informações foram desenvolvidas sob esta plataforma.

(*) Endereço Av. Joaquim Porto Villanova, n° 201 – Prédio F – Sala 207 – CEP 91410-400 Porto Alegre, RS – Brasil.

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

3.0 - O ESTADO DAS IHM'S TRADICIONAIS

Segundo Hollifield (1), as IHM's tradicionais apresentam informações da seguinte forma:

- Representação de equipamentos com detalhamento gráfico excessivo;
- Números e informações de estados com baixa legibilidade;
- Escolha pobre e inconsistente de cores;
- Falta de hierarquização do conteúdo;
- Ausência de informações de tendências (*trends*);
- Representação imprópria de alarmes;
- Falta de metodologias que visem apresentar as condições desejadas de operação em comparação ao estado atual do processo.

Disto resulta que as IHM's tradicionais:

- Encorajam técnicas pobres de operação, como por exemplo, “guiada por alarmes”;
- Prejudicam a “percepção da situação” (*situation awareness*);
- Aumentam a possibilidade de uma resposta não ótima às situações anormais;
- São fator de contribuição para os grandes acidentes industriais.

Ressalte-se que a análise deste autor é feita sobre telas e sistemas da indústria de processos, todavia verificando o padrão das telas de telecomando da CEEE-GT, encontraram-se muitas das características citadas acima, ver Figura 1.

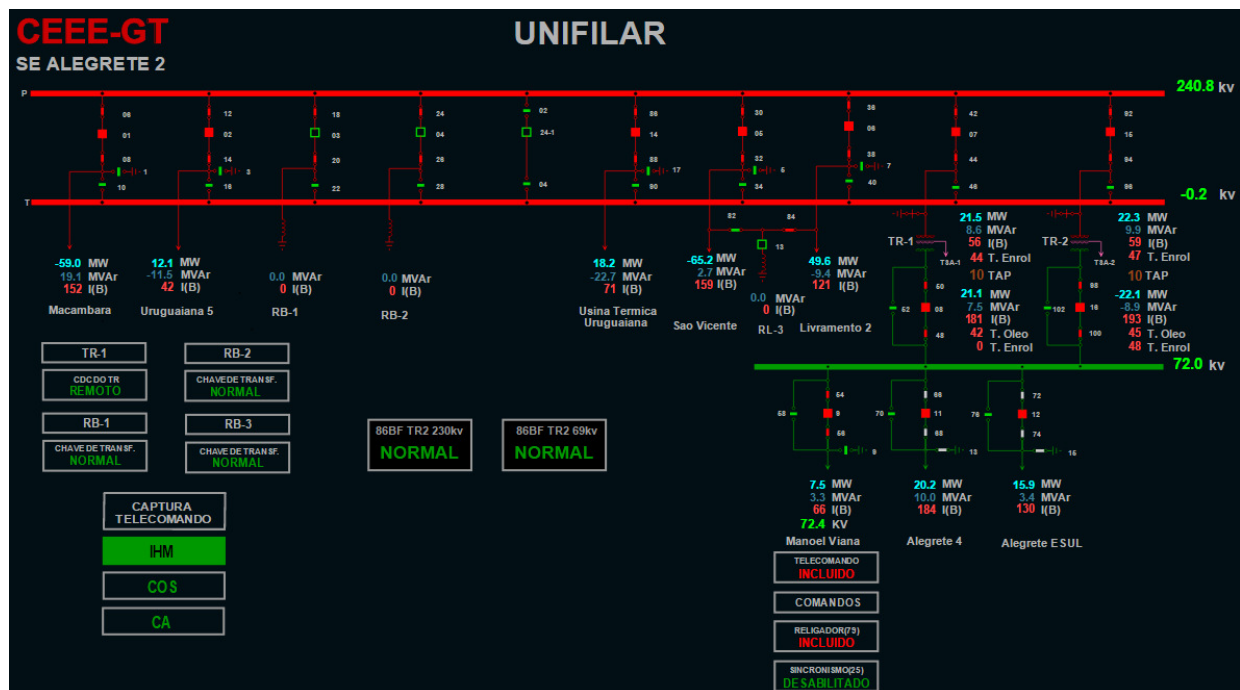


FIGURA 1 – Tela típica de telecontrole da CEEE-GT

O principal problema encontrado resulta do uso indiscriminado e inconsistente das cores, especialmente verde e vermelho, para representar diversas informações, tais como: estado das seccionadoras e disjuntores (aberto/fechado), texto descritivo de estados tipo “incluído/excluído”, alarme de proteção operada (operado/normal), medida de tensão, medida de corrente, nível de tensão das barras, nome da empresa e local da captura de telecomando. Isto causa um elevado grau de confusão visual, que torna muito difícil para o operador saber qual o real propósito de cada cor e, por consequência, qual a situação atual da subestação, ou seja, se é boa, se tem algum problema, se é uma emergência, se está melhorando ou degradando, etc.

A utilização de textos longos e quadros decorativos tornam a tela muito densa, isto leva à necessidade de se ter múltiplas (até oito) telas para comandar uma única subestação.

4.0 - UM NOVO PROJETO DE TELAS

Para embasar o estudo do problema, foram utilizadas diversas bibliografias, sendo que as mais importantes foram os artigos e apresentações públicos do *Abnormal Situation Management (ASM) Consortium* e os livros de Hollifield (1) e O'Shaughnessey (2).

Os estudos feitos pelo *ASM Consortium* na década de 90, sobre diversos acidentes ocorridos na indústria de processos, identificaram que os principais fatores que levaram a ocorrência de problemas operativos foram o inadequado gerenciamento de alarmes e as IHM's não otimizadas. A continuidade destes estudos conduziu a uma série de recomendações sobre estes temas, sob a forma de livros, bem como de artigos e apresentações públicas. Na área de IHM's surgiu o conceito de "Interface de Alto Desempenho" (*High Performance HMI*), também conhecido como "*Human Centered Interface*" (HCI), que é a forma moderna, baseada em aspectos cognitivos, de projetar IHM's de modo a obter um desempenho otimizado na operação dos processos.

Como exemplo quantitativo do retorno que o uso da interface de alto desempenho em relação à interface tradicional, pode-se citar o estudo do *ASM Consortium* (3), que concluiu que foi possível detectar antecipadamente falhas em 38% dos casos a mais, terminou-se as operações propostas 41% mais rápido, e obteve-se ainda 25% a mais no índice de sucesso na resolução de problemas.

As principais diretivas para a elaboração de interfaces de alto desempenho, conforme a literatura (1) (4) (5) (6) (7) (8), são:

- Uso limitado e consistente de cores, as cores de alarme devem ser reservadas somente para este fim;
- O uso das cores deve preservar a legibilidade de forma estável para diversas condições de iluminação;
- Uso de formas e texto adicionalmente às cores para representar os alarmes (*triple coding*);
- Fundo cinza claro para limitar os reflexos e permitir um bom contraste;
- Animações reservadas para mostrar os alarmes;
- Gráficos de tendências embutidos na tela para as medidas indicativas do desempenho do processo;
- Representação analógica das principais medidas, indicando a condição normal e de alarme;
- Hierarquização das telas em crescente nível de detalhe;
- Navegação consistente, com poucos cliques para acessar rapidamente qualquer conteúdo;
- Equipamentos representados em 2D com baixo contraste;
- Representação de fluxo com disposição minimizando o cruzamento de linhas;
- Disposição de conteúdo compatível com o modelo mental do operador para o processo;
- Distribuição das informações considerando aspectos cognitivos do operador (Princípios de Gestalt) (9);
- Uso de técnicas para minimizar erros na entrada de dados.

A literatura apresenta somente exemplos de telas da área de controle de processos industriais e não foi encontrado nenhum exemplo de tela de alto desempenho específico para o setor elétrico, sendo assim, foi necessário apoiar-se nos exemplos e princípios disponíveis, fazendo sempre uma transposição e verificando a aplicabilidade das ideias.

A parte mais difícil na elaboração de um novo padrão é abandonar os padrões e vícios antigos. Só se consegue criar espaço para novas ideias, a partir do abandono das antigas.

Foram testadas muitas combinações de cores e formas de representação, utilizando-se de diversos tipos de sistemas de visualização, tais como: monitores LCD/LED de diferentes tamanhos e fabricantes, *laptops*, *tablets*, *videowall*, projetor, TV LCD/LED de 55 polegadas e celulares. Em cada caso, verificou-se a qualidade do contraste, o tamanho dos objetos, a legibilidade das fontes e a percepção dos alarmes.

Inicialmente, foi decidido reservar o uso do vermelho para mostrar os alarmes mais prioritários, sendo assim não mais seria registrado o estado fechado dos disjuntores e das chaves, nem a cor das barras, utilizando esta cor. Foi decidido abandonar também o verde para evitar confusão com o padrão antigo, embora esta cor não seja utilizada para os alarmes.

Após muitas tentativas de se usar um novo sistema de cores para representar o nível de tensão das barras, foi concluído que utilizar seis cores para representar estes níveis de tensão (13,8/23kV, 44kV, 69kV, 138kV, 230kV e 525kV) era impossível sem prejudicar a visualização dos alarmes. Além deste fato, as novas cores teriam que ser muito diferentes das antigas e entrariam em choque com os unifilares impressos. A solução encontrada foi harmonizar o desenho utilizando uma cor única para as barras, independente do nível de tensão, pois afinal esta é apenas uma informação estática. O nível de tensão é indicado apenas por texto próximo às barras.

Os estados das chaves e disjuntores foram representados por desenhos distintos para cada estado, todos na mesma cor das barras.

Os números de equipamentos e as unidades de medida foram colocados num tom esmaecido para não se sobressaírem em relação ao resto do desenho.

Foram retirados da tela os quadros em volta dos estados, o nome da empresa e a palavra "Unifilar", pois não agregavam valor às telas, ocupavam espaço e aumentavam a poluição visual.

As medidas foram representadas numa cor diferente, mas não excessivamente destacada, em fontes com números monoespaçados e que reproduz de forma legível, sem serrilhados, em todos os dispositivos de visualização testados.

Para todo o texto foram utilizadas listas de prioridades de fontes, para que, em caso de ausência da principal no sistema operacional do dispositivo utilizado, seja sempre escolhida outra fonte adequada.

Foi colocado um círculo cheio ao lado de cada equipamento ou medida que possuem comando para permitir a precisa identificação daquilo que dispõe ou não de comando.

Optou-se por representar o unifilar com conexões implícitas nos cruzamentos, usando *jumper* quando não há conexão, pois isto permite desenhar mais facilmente e resulta em um desenho mais limpo que o padrão antigo, onde as conexões eram representadas por junções.

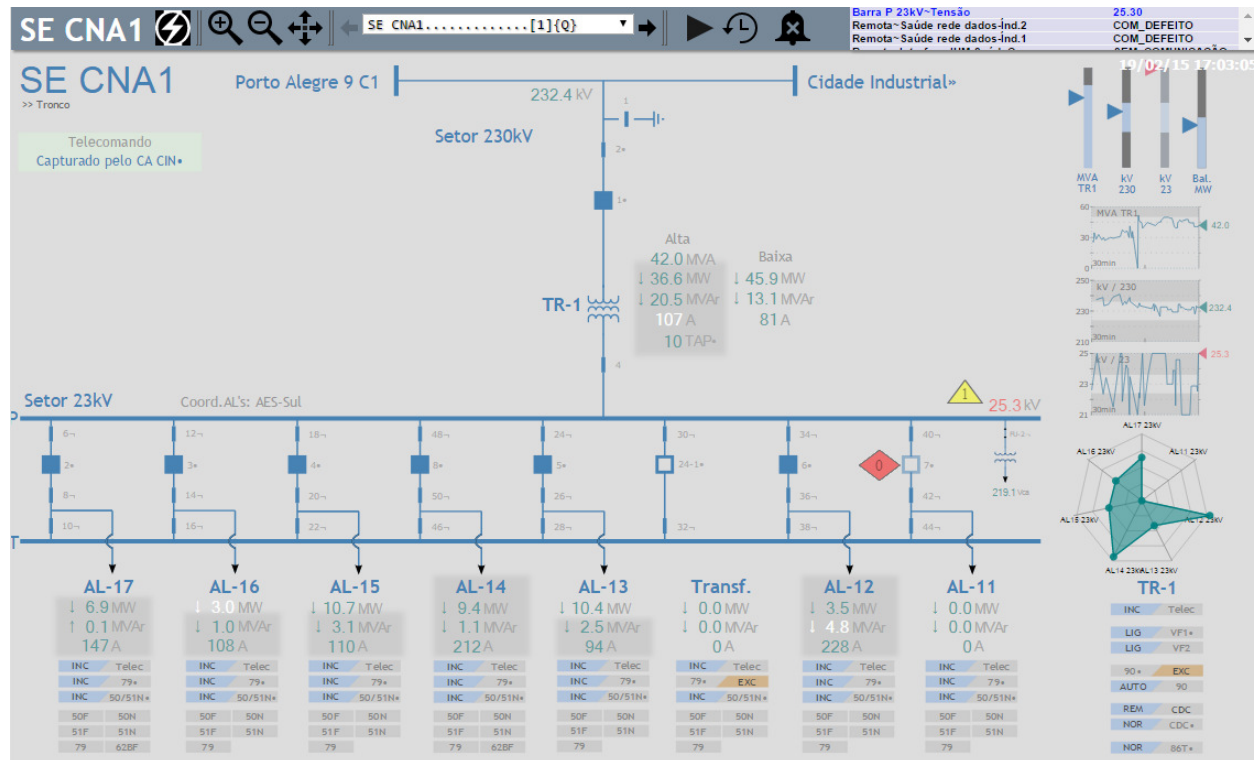


FIGURA 2 – Exemplo de tela no padrão novo

Para os estados de equipamentos, foi desenvolvido um *widget* que apresenta a função e o estado corrente em codificação quádrupla: forma (*shape*), texto, cor e posição. Quando há excesso de objetos na tela, especialmente nos casos onde a subestação possui muitas linhas, estes estados de equipamentos são agrupados pelo nível de tensão e são escondidos, sendo mostrados somente quando o operador clica no botão (em forma de olho) que os apresenta (ver Fig. 3).

As principais medidas indicativas do sistema elétrico da subestação são apresentadas através do uso de mostradores analógicos, onde é apresentado o valor corrente, bem como os limites operativos atribuídos pelo operador. Através destes indicadores, que ficam agrupados no canto superior direito da tela, o operador pode rapidamente identificar o que está bom ou ruim, e quão distante da região de alarme está a medida.

As medidas de tensão das barras e carregamentos de transformadores são apresentadas em gráficos de tendência embutidos na tela. Aqui, além de observar o valor corrente e as faixas de alarme, é possível ver o histórico recente da medida, o que permite verificar se a tendência para a medida é estabilizar, aproximar ou fugir da faixa de alarme.

O carregamento de cada módulo foi representado por um gráfico de barra ao fundo da lista de medidas do módulo, o que permite visualizar quais estão mais ou menos carregados.

Foi adotado ainda, para os casos de perfil de tensão e de carregamento, o gráfico de radar (ver Fig. 2), o qual possibilita ao operador reconhecer a forma normal desta figura e, assim, identificar com presteza um comportamento anormal pela alteração da mesma.

Os alarmes na tela unifilar são apresentados conforme a recomendação de Hollifield (1), ou seja, através de objetos junto ao elemento alarmado com forma, cor e texto diferentes de acordo com a prioridade.

O totalizador de alarmes de módulo (*bay*) é um círculo colorido com um número dentro (ver Fig. 4), que permite saber quantos alarmes estão associados ao módulo, a cor indica a maior prioridade entre os alarmes ativos do módulo. Isto permite visualizar na tela unifilar, onde estão os alarmes e quais são eles (basta deixar o cursor sobre o círculo e é mostrada a lista de alarmes do módulo).

Foi criado, no canto superior direito do Visor de Telas, um resumo dos alarmes ativos para a subestação, onde é possível observar e reconhecer alarmes associados à subestação corrente.

A aplicação de todas estas medidas, efetivamente “pacificou” a tela, permitindo que a visualização seja eficiente para todas as informações e, ao mesmo tempo, haja destaque para as situações anormais.

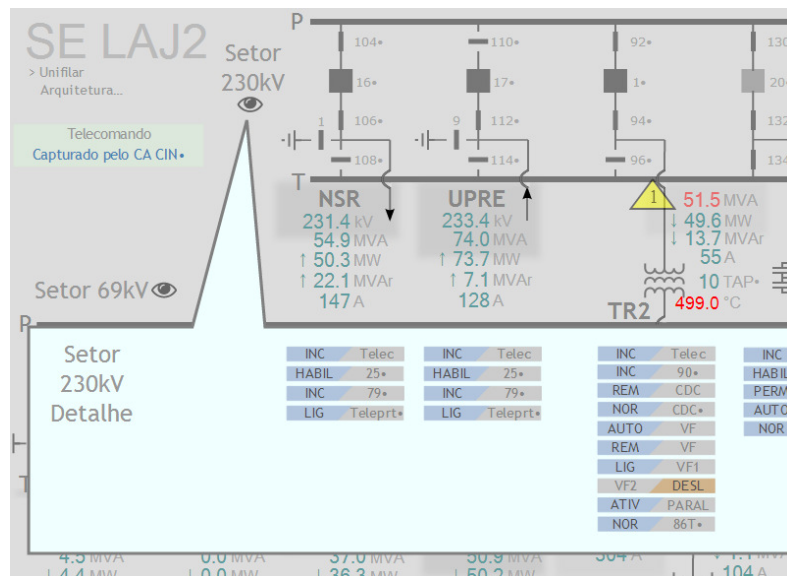


FIGURA 3 – Exibição do detalhamento de estados para o nível de tensão.

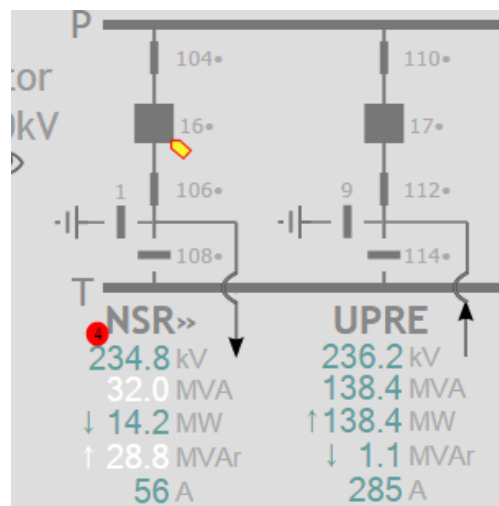


FIGURA 4 – Totalizador de alarmes de módulo, neste caso indica quatro alarmes, com ao menos um de alta prioridade.

5.0 - TRATAMENTO DE ALARMES E EVENTOS

O tratamento de alarmes e eventos foi repensado com o objetivo de reduzir o tamanho das listas, através do descarte de informações irrelevantes.

Dividiram-se os pontos de estados digitais em três categorias com tratamento de alarmes diferenciado:

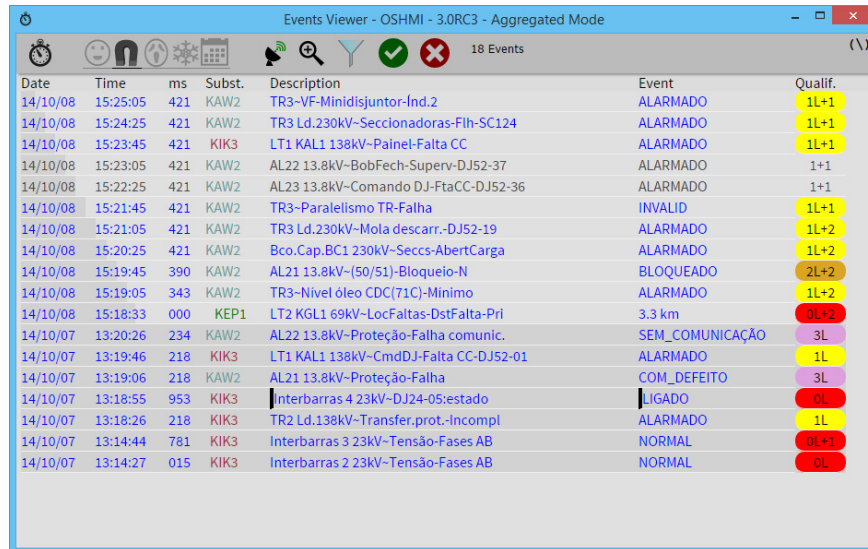
- Pontos com estado de alarmes definido, ex.: falha de bobina, saúde da comunicação, pressão de SF6;
- Pontos sem estado alarmado, ex.: religador incluído/excluído, chave local/remoto;
- Eventos de proteção, ex.: partidas e operação de proteções (exceto relés de bloqueio). Para estes, somente a transição OFF/ON é relevante, por isto os eventos ON/OFF são descartados.

Alarmes e eventos são tratados separadamente em visores distintos.

No Visor de Eventos (ver Fig.5), visualizam-se as informações cronológicas, em nível de milissegundo e com a etiqueta de tempo sincronizada por GPS fornecida pelas UTR's e relés. Este visor pode trabalhar: no modo

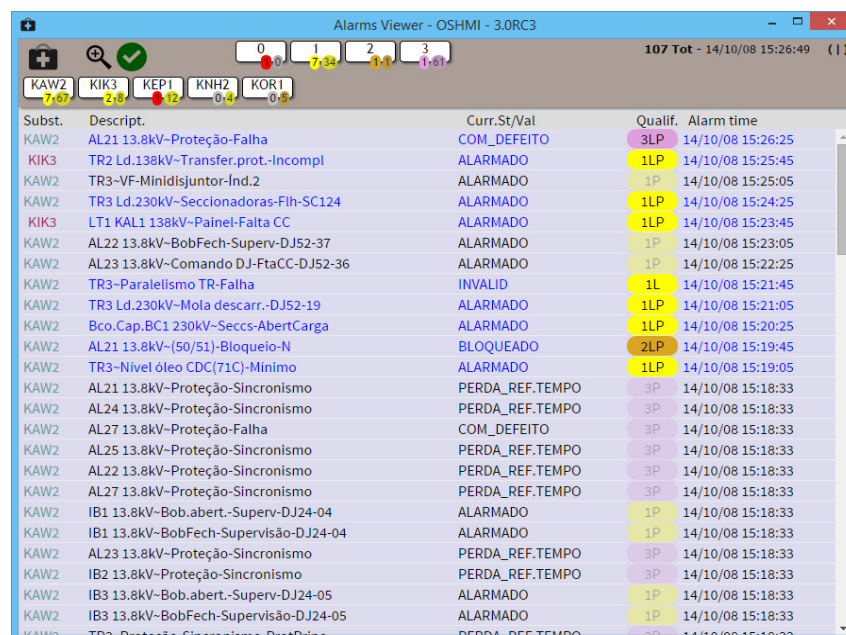
“normal”, mostrando todos os eventos; no modo “agregado”, onde é mostrado apenas o último evento de cada ponto; e no modo “pânico”, onde são mostrados somente os eventos mais prioritários. Os eventos podem ser filtrados por subestação.

No Visor de Alarmes (ver Fig.6), mostra-se somente o que está alarmado com a data detectada pelo sistema local. Pontos com estado de alarme definido são automaticamente retirados da lista quando normalizados e permanecem na lista, mesmo quando reconhecidos, estando no estado alarmado. Eventos de proteção e pontos sem estado de alarme definidos são removidos da lista quando reconhecidos. Os alarmes podem ser filtrados por prioridade e por subestação.



Date	Time	ms	Subst.	Description	Event	Qualif.
14/10/08	15:25:05	421	KAW2	TR3-VF-Minidisjuntor-Ind.2	ALARMADO	1L+1
14/10/08	15:24:25	421	KAW2	TR3 Ld.230kV-Seccionadoras-Fih-SC124	ALARMADO	1L+1
14/10/08	15:23:45	421	KIK3	LT1 KAL1 138kV-Painel-Falta CC	ALARMADO	1L+1
14/10/08	15:23:05	421	KAW2	AL22 13.8kV-BobFech-Superv-DJ52-37	ALARMADO	1+1
14/10/08	15:22:25	421	KAW2	AL23 13.8kV-Comando DJ-FtaCC-DJ52-36	ALARMADO	1+1
14/10/08	15:21:45	421	KAW2	TR3-Paralelismo TR-Falha	INVALID	1L+1
14/10/08	15:21:05	421	KAW2	TR3 Ld.230kV-Mola descarr.-DJ52-19	ALARMADO	1L+2
14/10/08	15:20:25	421	KAW2	Bco.Cap.BC1 230kV-Seccs-AbertCarga	ALARMADO	1L+2
14/10/08	15:19:45	390	KAW2	AL21 13.8kV-(50/51)-Bloqueio-N	BLOQUEADO	2L+2
14/10/08	15:19:05	343	KAW2	TR3-Nivel óleo CDC(71C)-Minimo	ALARMADO	1L+2
14/10/08	15:18:33	000	KEP1	LT2 KGL1 69kV-LocFaltas-DstFalta-Pri	3.3 km	0L+2
14/10/07	13:20:26	234	KAW2	AL22 13.8kV-Proteção-Falha comunic.	SEM_COMUNICAÇÃO	3L
14/10/07	13:19:46	218	KIK3	LT1 KAL1 138kV-CmdDJ-Falta CC-DJ52-01	ALARMADO	1L
14/10/07	13:19:06	218	KAW2	AL21 13.8kV-Proteção-Falha	COM_DEFEITO	3L
14/10/07	13:18:55	953	KIK3	Interbarras 4 23kV-DJ24-05:estado	LIGADO	0L
14/10/07	13:18:26	218	KIK3	TR2 Ld.138kV-Transfer.prot.-Incompl	ALARMADO	1L
14/10/07	13:14:44	781	KIK3	Interbarras 3 23kV-Tensão-Fases AB	NORMAL	0L+1
14/10/07	13:14:27	015	KIK3	Interbarras 2 23kV-Tensão-Fases AB	NORMAL	0L

FIGURA 5 – Visor de Eventos



Subst.	Descript.	Curr.St/Val	Qualif.	Alarm time
KAW2	AL21 13.8kV-Proteção-Falha	COM_DEFEITO	3LP	14/10/08 15:26:25
KIK3	TR2 Ld.138kV-Transfer.prot.-Incompl	ALARMADO	1LP	14/10/08 15:25:45
KAW2	TR3-VF-Minidisjuntor-Ind.2	ALARMADO	1P	14/10/08 15:25:05
KAW2	TR3 Ld.230kV-Seccionadoras-Fih-SC124	ALARMADO	1LP	14/10/08 15:24:25
KIK3	LT1 KAL1 138kV-Painel-Falta CC	ALARMADO	1LP	14/10/08 15:23:45
KAW2	AL22 13.8kV-BobFech-Superv-DJ52-37	ALARMADO	1P	14/10/08 15:23:05
KAW2	AL23 13.8kV-Comando DJ-FtaCC-DJ52-36	ALARMADO	1P	14/10/08 15:22:25
KAW2	TR3-Paralelismo TR-Falha	INVALID	1L	14/10/08 15:21:45
KAW2	TR3 Ld.230kV-Mola descarr.-DJ52-19	ALARMADO	1LP	14/10/08 15:21:05
KAW2	Bco.Cap.BC1 230kV-Seccs-AbertCarga	ALARMADO	1LP	14/10/08 15:20:25
KAW2	AL21 13.8kV-(50/51)-Bloqueio-N	BLOQUEADO	2LP	14/10/08 15:19:45
KAW2	TR3-Nivel óleo CDC(71C)-Minimo	ALARMADO	1LP	14/10/08 15:19:05
KAW2	AL21 13.8kV-Proteção-Sincronismo	PERDA_REF.TEMPO	3P	14/10/08 15:18:33
KAW2	AL24 13.8kV-Proteção-Sincronismo	PERDA_REF.TEMPO	3P	14/10/08 15:18:33
KAW2	AL27 13.8kV-Proteção-Falha	COM_DEFEITO	3P	14/10/08 15:18:33
KAW2	AL25 13.8kV-Proteção-Sincronismo	PERDA_REF.TEMPO	3P	14/10/08 15:18:33
KAW2	AL22 13.8kV-Proteção-Sincronismo	PERDA_REF.TEMPO	3P	14/10/08 15:18:33
KAW2	AL27 13.8kV-Proteção-Sincronismo	PERDA_REF.TEMPO	3P	14/10/08 15:18:33
KAW2	IB1 13.8kV-Bob.abert.-Superv-DJ24-04	ALARMADO	1P	14/10/08 15:18:33
KAW2	IB1 13.8kV-BobFech-Superv-DJ24-04	ALARMADO	1P	14/10/08 15:18:33
KAW2	AL23 13.8kV-Proteção-Sincronismo	PERDA_REF.TEMPO	3P	14/10/08 15:18:33
KAW2	IB2 13.8kV-Proteção-Sincronismo	PERDA_REF.TEMPO	3P	14/10/08 15:18:33
KAW2	IB3 13.8kV-Bob.abert.-Superv-DJ24-05	ALARMADO	1P	14/10/08 15:18:33
KAW2	IB3 13.8kV-BobFech-Superv-DJ24-05	ALARMADO	1P	14/10/08 15:18:33

FIGURA 6 – Visor de Alarmes

6.0 - NOTIFICAÇÕES DE DESARMES NA ÁREA DE TRABALHO

A utilização de notificações de desarme na área de trabalho foi a forma encontrada para melhorar a sinalização de desarmes e a facilitar a correta identificação das respectivas proteções atuadas durante uma ocorrência.

Cada desarme é mostrado numa caixa de notificação individual onde são apresentadas as seguintes informações (ver Fig.7):

- Subestação;

- Módulo;
- Data e hora da ocorrência;
- Disjuntor afetado;
- Proteções operadas.

As notificações podem ser reconhecidas pelo operador ou sairão automaticamente da tela por *timeout*.

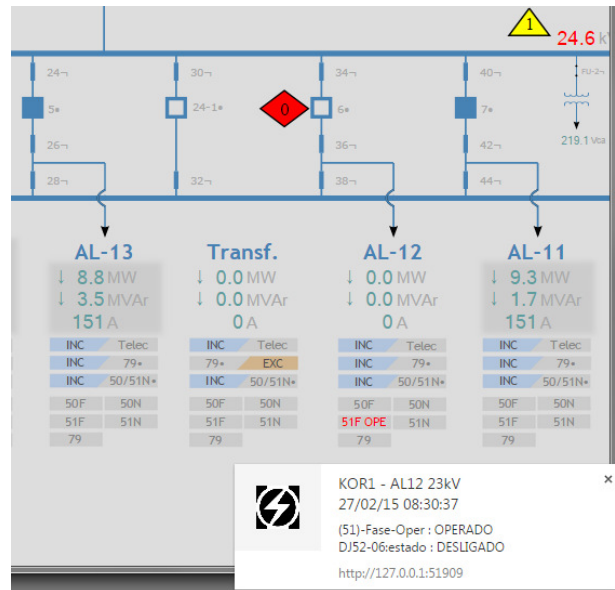


FIGURA 7 – Exemplo de notificação de desarme na área de trabalho

7.0 - AUTOMATIZAÇÃO PARCIAL DA CRIAÇÃO DE TELAS

A existência de uma base de dados SCADA/EMS bem organizada (10), bem como o emprego da norma SVG (*Scalable Vector Graphics*) na codificação das telas, possibilitou o desenvolvimento de um script que lê a base e executa a criação de uma versão preliminar da tela da subestação, utilizando o novo padrão adotado.

Esta tela contém todos os objetos que comporão a tela final ligados aos pontos da base de dados, necessitando que as pessoas façam apenas uma redistribuição dos objetos na forma aproximada do diagrama unifilar, ou como for mais conveniente para caber no espaço disponível.

Esta metodologia acelerou sobremaneira a implantação das novas telas, assim como eliminou a ocorrência de diversos tipos de erros devidos à edição manual das mesmas.

8.0 - CONCLUSÃO

A elaboração de um teste cientificamente quantitativo, como feito por Errington (3), é de custosa execução, requerendo um ambiente controlado de simulação, bem como a mobilização de muitos operadores. A tarefa ficaria facilitada a partir da possibilidade de se contar com um ambiente de treinamento e certificação de operadores do tipo OTS (*Operator Training Simulator*), do qual não dispomos no momento.

Muito embora não se tenha estes resultados quantitativos, pode-se afirmar que, qualitativamente, os resultados deste projeto são muito positivos. Há que se considerar que qualquer tipo de alteração nestes sistemas é dificilmente tolerada pelos operadores, esta questão é bastante polêmica e requer muito cuidado na forma de conduzir o processo de mudança. Neste caso, optou-se por argumentar que o novo projeto de visualização é cientificamente embasado e se procurou mostrar as suas vantagens, especialmente em situações de emergência, através de exemplos práticos comparando com os padrões antigos. Desta forma, a receptividade dos operadores e das respectivas chefias foi muito boa, tendo ocorrido, inclusive, uma elevada demanda pela rápida implantação do novo padrão para todas as telas.

9.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) HOLLIFIELD, B., OLIVER, D., NIMMO, I., HABIBI, E.. The High Performance HMI Handbook. Plant Automation Services, 1st edition, 2008.
- (2) O'SHAUGHNESSEY, N. Machine Meet Human: Designing a Useful Interface. Create Space Independent Publishing Platform, 2010.

- (3) ERRINGTON, J. et al. Establishing Human Performance Improvements and Economic Benefit for a Human-Centered Operator Interface: an Industrial Evaluation. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society, 2005. Em: < <http://tinyurl.com/3errington> > Acesso em 10 mar 2015.
- (4) HOLLIFIELD, B. A High Performance HMI: Better Graphics for Operations Effectiveness. ISA Water & Wastewater and Automatic Controls Symposium, 2012. Em: < <http://tinyurl.com/4hollifield> > Acesso em 10 mar 2015.
- (5) BEER, D., SMALLMAN, H., SCOTT, C. NIXON, M. Applying Color Science to Design Effective Human-Machine Interfaces. Em: < <http://tinyurl.com/5beersmallman> > Acesso em 10 mar 2015.
- (6) HERB, S.M. Human-Machine Interfaces for Plant Automation. ISA Encyclopedia of Measurement and Control. Volume EMC 01.01. 2000.
- (7) NOLKRANTZ, K. Conceptual Solution for Workflow Visualisation on Control Screens. MSc Thesis, Dept. of Product and Production Development, Chalmers University of Technology. Göteborg, Sweden, 2012. Em: < <http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/162916.pdf> > Acesso em 10 mar 2015.
- (8) SCOTT, C. Don't Let Colours Hide The Alarms! Industrial Ethernet Book, Issue 36, 09.2007. Em: < <http://tinyurl.com/8scott> > Acesso em 10 mar 2015.
- (9) JOHNSON, J. Designing with the Mind in Mind. Morgan Kauffman. 2010.
- (10) OLSEN, R. PAULO. A. Modelagem Otimizada Para Geração da Base Fonte SCADA/EMS do SAGE. VII SIMPASE. Em: < <http://tinyurl.com/10olsen> > Acesso em 10 mar 2015.

10.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

Ricardo Lastra Olsen

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 Supervisão e Controle desde 1998.

