



O PAPEL DO SUPERVISÓRIO NO ATUAL CONTEXTO TECNOLÓGICO

Carlos E. G. Paiola (cpaiola@aquarius.com.br),
Engenheiro de Controle e Automação, M.Sc., Gerente Comercial da Aquarius Software.

INTRODUÇÃO

Há alguns anos todos diriam que a função do sistema supervisório era permitir a visualização e a operação de um processo de maneira remota, através de uma interface homem-máquina. Certamente essa continua sendo a função primordial do supervisório ou sistema SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*), mas definitivamente não é a única.

O papel do supervisório mediante nossa atual realidade tecnológica é complexo e vital. Tal como um canivete suíço, os supervisórios de última geração devem ser multifuncionais e permitir muito mais do que a mera operação do processo.



FIGURA 1 – O supervisório como ferramenta multifuncional.

Os sistemas supervisórios começaram a ser utilizados nas últimas décadas do século 20, inseridos numa realidade de capacidade computacional limitada e pouco acessível, o que dificultou o uso massivo da recente tecnologia.

Com o passar dos anos, no entanto, os computadores tornaram-se cada vez mais potentes e tiveram seu custo sensivelmente reduzido devido à produção em série de seu hardware para atender à crescente demanda mundial. Na década de 90 já havia dezenas de fabricantes de sistemas supervisórios disputando o crescente mercado industrial.

O uso do supervisório abriu um universo de possibilidades. Ao tornar a operação de suas plantas mais eficiente e confiável, através da visualização dos dados de processo em tempo real, as indústrias passaram a basear seus relatórios e ferramentas gerenciais nos dados provindos do sistema de supervisão. Essa demanda, aliada à evolução tecnológica dos computadores e à acirrada concorrência entre os fabricantes, fez com que a tecnologia SCADA passasse continuamente por melhorias e modificações em sua estrutura.

Com a evolução da tecnologia, foram incorporadas funções nunca antes imaginadas para um sistema supervisório. Sempre baseadas nas necessidades e requisições dos usuários finais, são implementadas ferramentas para as mais diversas finalidades. Este artigo tem por objetivo apresentar as mais recentes tecnologias incorporadas à realidade do supervisório, abordando o papel do sistema em cada caso.

O SUPERVISÓRIO COMO FONTE DE DADOS

De maneira simplificada, podemos definir que o sistema supervisório é composto por telas, base de dados e *drivers* de comunicação. Suas telas de operação são animadas pelas informações provenientes da base de dados que, por sua vez, é povoada pelos dados transacionados com as diversas fontes de campo (CLPs e outros dispositivos) por *drivers* específicos, que permitem comunicação através dos mais diversos protocolos existentes no meio industrial.

Essa característica faz com que os supervisórios sejam utilizados largamente como fonte de dados para outras aplicações industriais. O sistema SCADA é utilizado, muitas vezes, como fonte de dados para bancos de dados específicos, os historiadores industriais, com capacidade de armazenamento e consultas baseadas no tempo, que fazem parte das soluções PIMS (*Plant Information Management System*). Esses bancos são otimizados para o tratamento de dados do chão de fábrica, desde a coleta das informações até seu armazenamento, permitindo uma consulta mais direta pelo usuário final. Alguns supervisórios já permitem integração total com a solução PIMS, trazendo recurso de configuração única dos pontos de supervisão utilizados em suas telas e de coleta para a base de dados de histórico.



FIGURA 2 – Aplicações gerenciais baseadas em PIMS/ MES.

São inúmeras as formas de visualização dos resultados de um sistema como esse. Um bom exemplo é dado na Figura 2, que apresenta uma tela de um portal web contendo gráficos de tendência, representações de elementos gráficos do supervisório e indicadores de desempenho calculados a partir dos dados históricos, tudo em uma única interface. As informações apresentadas dependem exclusivamente do perfil de cada usuário que acessa o sistema; as telas disponíveis para um gerente de produção são diferentes das de um operador, por exemplo. Enquanto este se preocupa com a continuidade da operação da planta, aquele se preocupa com a melhoria do processo.

Os sistemas MES (*Manufacturing Execution Systems*) tem sua existência baseada exatamente nessa preocupação com o processo industrial e sua eficiência, confiabilidade, qualidade, rastreabilidade, etc. Na Figura 3 e mesmo na Figura 2 há indicadores de desempenho tipicamente obtidos através de um sistema MES, como OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), por exemplo. Há ainda a demonstração de outros resultados gerenciais, como análise de falhas por turno/ produto.

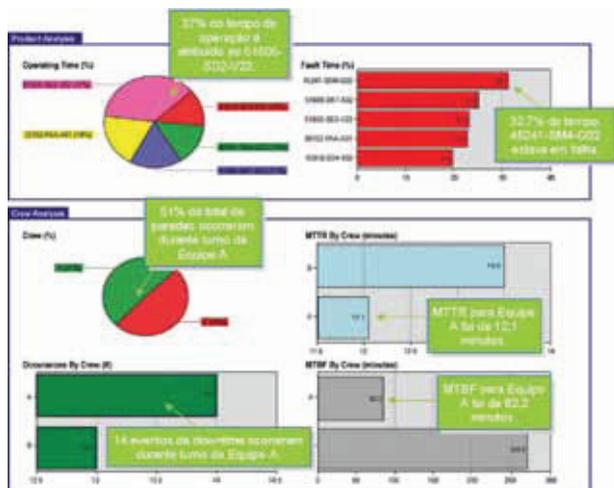


FIGURA 3 – Relatório típico para análise de eficiência da produção.

É necessário ressaltar que essas aplicações são geralmente obtidas através da comunicação com os sistemas supervisórios, que hoje significam mais que mera fonte de dados. É comum encontrar supervisórios servindo também como ambiente de configuração integrado de tais aplicações e mesmo como interface de visualização de resultados, através de sua capacidade gráfica avançada. Desta forma, o uso do supervisório não está mais restrito aos operadores; é comum que hoje encontremos na lista de usuários do sistema diferentes perfis, incluindo supervisores, gerentes e até diretores das empresas.

Ou seja, os supervisórios passaram de aplicações isoladas a fonte de dados confiáveis e, hoje, atingiram um posto muito mais importante no universo da automação industrial, permitindo real integração com outros ambientes, sejam eles típicos do chão-de-fábrica ou mesmo gerenciais/ corporativos.

O SUPERVISÓRIO INTELIGENTE

A principal característica da nova geração de supervisórios não é outra senão a sua “inteligência”, ou seja, a capacidade de obter conclusões sobre o processo que auxiliem o operador a controlá-lo ou, até mesmo, corrigir eventuais ineficiências de maneira automática. Tais sistemas agregam valor à solução, reduzindo os riscos de operação e maximizando a eficiência global do processo.

Como já foi mencionado, os supervisórios são ótimas ferramentas de visualização e de interface de operação do processo, mas hoje em dia não podem ser mais diferenciados pela capacidade gráfica de suas telas ou pelo desempenho de sua base de dados. O real diferencial das soluções existentes no mercado encontra-se na capacidade de resolver problemas que extrapolam o simples escopo de supervisão.

As soluções chamadas “inteligentes” trazem ferramentas computacionais específicas para o levantamento do modelo de processo, permitindo maior conhecimento do mesmo, no intuito de possibilitar sua otimização. Tais ferramentas permitem a maximização dos ganhos do processo, além da minimização do uso de recursos. Estas ferramentas contemplam algoritmos genéticos, PCA (*Principal Component Analysis*), análise de correlação, lógica *Fuzzy*, árvores de decisão, entre outros recursos. Passo a passo, a metodologia proposta com o uso de tais ferramentas caminha sobre as seguintes fases: definição do problema, classificação de variáveis, preparação e visualização dos dados, modelagem do processo, análise do modelo resultante, estimativa dos benefícios e extração de resultados [Ref. 5].

Após identificada a função de cada uma das variáveis dentro do sistema (controladas, manipuladas, perturbações, etc.), já é possível obter-se resultados interessantes como uma matriz de correlação linear. A matriz de correlação [Figura 4] é uma tabela na qual os nomes das variáveis são escritos no cabeçalho das linhas e copiados para o cabeçalho das colunas. Cada número no seu interior representa o índice de correlação entre a variável da linha e a variável da coluna.

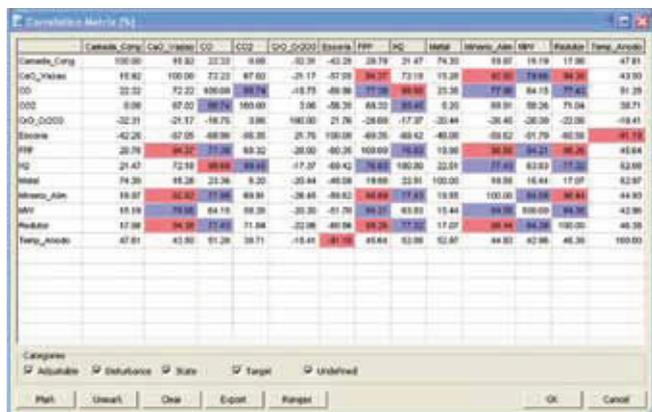


FIGURA 4 – Matriz de Correlações [Ref. 5].

O modelo gerado pelo uso de tais ferramentas extrai as principais regras de funcionamento do sistema, usando como base a classificação da variável alvo (a ser otimizada/controlada) em faixas – tipicamente baixo, normal e alto – tendo em vista os limites de controle estabelecidos. Esse modelo permite um estudo de estratégias de manipulação da variável meta por meio das variáveis de controle e é especialmente útil na definição de estratégias de controle e análise corretiva de falhas.

A forma natural de visualização desse modelo é uma estrutura chamada árvore de decisões. Ela é uma árvore binária com o primeiro nó representando todos os dados considerados no modelo e, a cada camada, esses dados são separados de acordo com critérios de uma única variável [Figura 5].

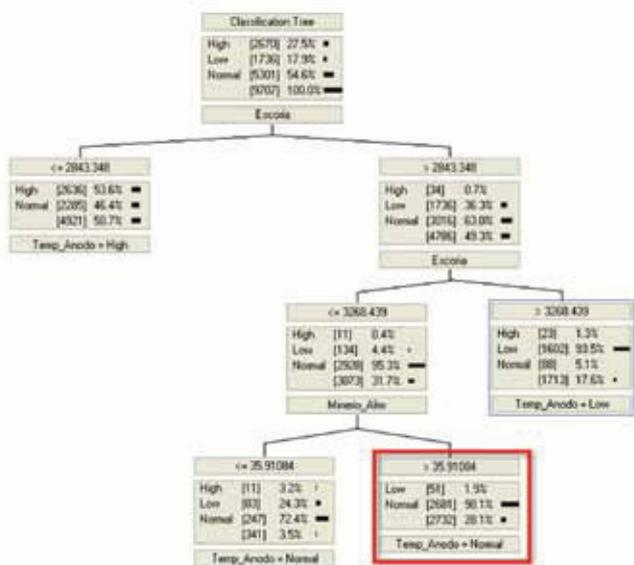


FIGURA 5 – Árvore de Decisão [Ref. 5].

A árvore da Figura 5 representa um exemplo prático de estudo de uma variável chamada “Temp_Anodo”, em relação a dados históricos de outras duas variáveis: “Escória” e “Minério_Alim”. Ela indica que, para os dados estudados, foram mantidas 98,1% das medições dentro da faixa considerada normal quando a “Escória” foi mantida entre os valores 2843,35 e 3268,44 e o “Minério_alim” maior que 35,91. Através dessa forma de estudo pode-se obter uma série de considerações sobre as regras de controle de um determinado processo.

Outro resultado importante de tais análises está associado a um tema essencial para o ambiente de supervisão: alarmes.

Os alarmes configurados nos sistemas de controle, essenciais para a operação, são simplesmente configurações de limites fixos. O sistema apresenta uma mensagem visual ou sonora quando alguma das variáveis superar os valores configurados, indicando que alguma ação deve ser tomada. O operador, usando seu conhecimento sobre o processo, toma as ações corretivas necessárias.

Um sistema de “alarmes inteligentes” é aquele que utiliza o modelo do processo para interpretar as causas de determinadas variações do valor monitorado [Ref. 5]. Com isso, acompanhando a mensagem de que houve uma variação indesejada, o operador recebe a lista de variáveis que podem ter causado essa variação, com suas probabilidades estatísticas [Figura 6]. Essa informação apoia a decisão do operador sobre a melhor medida corretiva, permitindo ações mais rápidas e acertadas.

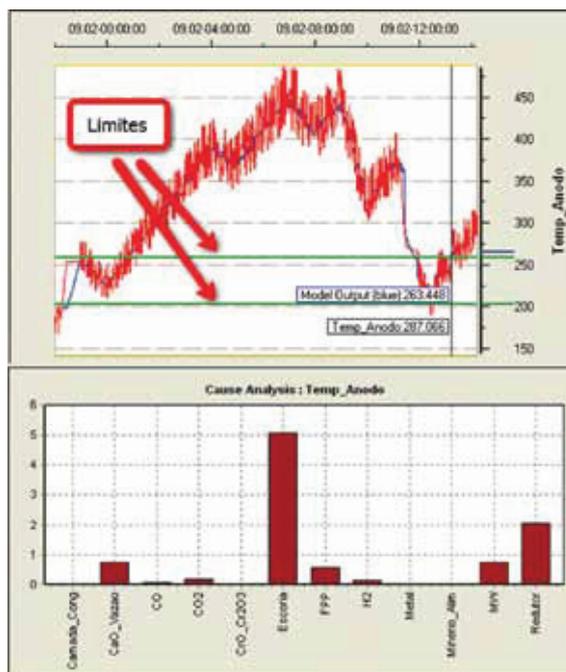


FIGURA 6 – Aplicação de Alarmes Inteligentes.

No exemplo da Figura 6, além do convencional alarme de temperatura alta, o operador teria como auxílio a verificação destas informações na mesma tela de operação do supervísório, trazendo de maneira dinâmica os mais prováveis motivos de a variável "Temp_Anodo" sair dos limites desejados e as respectivas sugestões de correção do problema. Neste exemplo, a conclusão, avaliando o gráfico de barras, é de que a componente mais provável dessa variação é o valor da variável "Escoria".

Outra preocupação real de nossa área é quanto ao Gerenciamento de Alarmes. É comum encontrar sistemas com número excessivo de alarmes configurados, dispersando a atenção e confundindo os operadores, chegando até mesmo a comprometer a segurança das plantas. A solução para este problema é fazer uma análise objetiva, baseada em dados históricos, para verificar se existe uma taxa de alarmes que possa ser gerenciada pelo operador. Estudos como EEMUA (*Engineering Equipment and Materials Users' Association*) no 191, apresentam as taxas aceitáveis para sistemas em situação normal e crítica. Esta análise permite identificar os alarmes mais frequentes e o direcionamento do tratamento mais adequado, que pode incluir filtragem, reconfiguração como evento, temporização, supressão, adequação do nível de prioridade, etc. O gerenciamento de alarmes visa destacar a real função dos mesmos, analisando quais são indevidos e aplicando métricas para chegar a um sistema efetivo e gerenciável.

Desta forma, é importante ressaltar que não há ferramenta efetiva para o Gerenciamento de Alarmes, uma vez que se trata de um processo abrangente e não de um produto específico. No entanto, o sistema supervísório pode exercer papel fundamental em meio a este processo, principalmente no que diz respeito às fases de obtenção de dados, análise e implementação de melhorias.

Com relação à coleta de dados, os supervísórios devem permitir a exportação de seus alarmes para sistemas e bancos auxiliares, bem como trazer eventuais ferramentas que auxiliem no entendimento e análise da ocorrência de seus alarmes. Um bom exemplo de ferramenta gráfica para esta tarefa é o chamado *heat map* [Figura 7], que permite a visualização dos alarmes divididos por áreas, nível de prioridade e número de ocorrências através do posicionamento, tamanho e cor dos blocos. Além disso, o supervísório deve permitir de maneira simples a filtragem de alarmes, temporização, supressão e adequação do nível de prioridade.

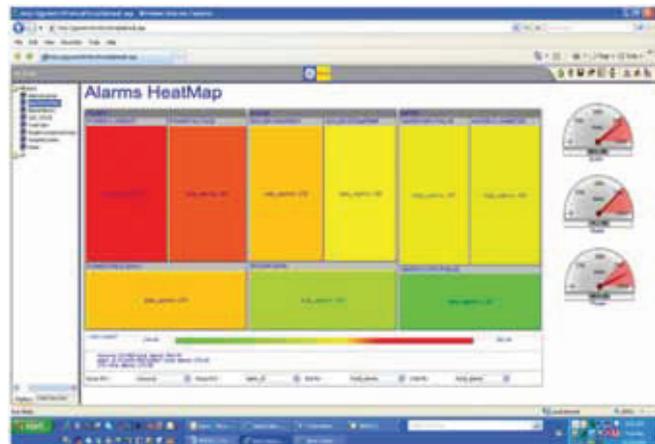


FIGURA 7 – Heat Map para auxílio no gerenciamento de alarmes.

Essas ferramentas são apenas alguns exemplos das possibilidades que o supervísório inteligente pode trazer ao cotidiano da planta. Na verdade, dependendo do interesse e filosofia do usuário, muito mais pode ser obtido do sistema. Outro exemplo é o Controle Estatístico de Processo (CEP); a Figura 8 traz um exemplo de ferramenta gráfica para o CEP de um processo.

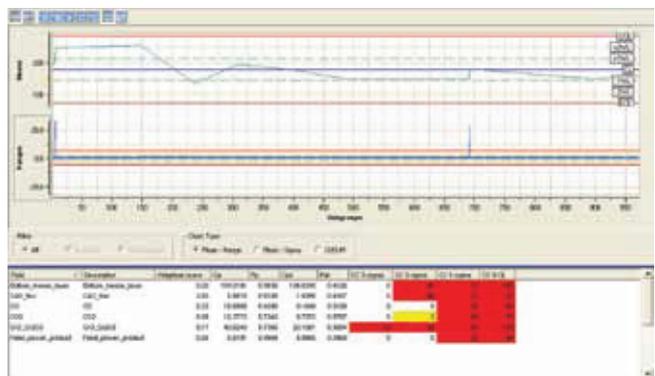


FIGURA 8 – Controle Estatístico de Processo.

Com a melhoria do poder computacional dos controladores, a possibilidade de usar filosofias de controle além do tradicional PID vem se tornando cada vez mais comum. A parametrização e teste desses controladores normalmente se tornam tarefas complicadas diante da necessidade de manter o processo constantemente dentro de seus padrões de funcionamento produtivo. Com um modelo computacional, os testes podem ser feitos sem riscos para a produção.

O supervísório inteligente pode permitir a implementação, por exemplo, de um controlador preditivo. Com base em um modelo do processo, esse controlador simula o comportamento

do processo alguns passos a frente e, por meio de um algoritmo de otimização, estima a melhor trajetória das variáveis de controle. Esse tipo de controlador é bastante eficiente em situações onde controladores PID não são eficientes, como em processos com grandes não linearidades ou tempo morto.

O SUPERVISÓRIO E A ARQUITETURA SOA

Muitos fabricantes de tecnologia têm desenvolvido suas soluções, inclusive seus sistemas supervisórios, tendo em vista a possibilidade de implementação de suas tecnologias em arquitetura SOA (*Service Oriented Architecture*).

SOA consiste em um conceito de arquitetura de software no qual as funcionalidades implementadas pelas aplicações são disponibilizadas através de serviços conectados através de um barramento único que disponibiliza interfaces ou contratos, acessíveis através de *Web Services* ou outra forma de comunicação entre aplicações. Dentro desta realidade de computação distribuída, faz-se uso do princípio de requisição/resposta para estabelecer a comunicação entre os diversos sistemas componentes da arquitetura. As aplicações interagem entre si utilizando um protocolo que define toda a estrutura desses serviços; um dos protocolos mais utilizados para essa tarefa é o SOAP (*Simple Object Access Protocol*).

Os serviços são normalmente conectados através de um ESB (*Enterprise Service Bus*) que disponibiliza interfaces específicas para sua comunicação [Figura 9]. Ele é um componente lógico de arquitetura que fornece uma infraestrutura de integração consistente com os princípios da SOA, atendendo aos requisitos de operação em ambiente distribuído e heterogêneo. Esse barramento deve permitir a substituição de uma implementação de serviço por outra, sem qualquer efeito para os clientes desse serviço. Isso requer que as interfaces de serviços sejam independentes do local e do protocolo de comunicação que está envolvido [Ref. 2].



FIGURA 9 – Arquitetura SOA – barramento único de serviços.

Há uma série de sistemas no universo da automação além do SCADA, como os já citados PIMS e MES, além de outros como ERP (*Enterprise Resource Planning*), APS (*Advanced Planning & Scheduling*), EMS (*Energy Management System*), etc. Se analisarmos a realidade de uma planta industrial típica, não é difícil encontrar implementações já bastante antigas e heterogêneas de cada um destes sistemas. Cada sistema com funções bem distintas e implementado em épocas e por equipes diferentes.

A cada novo sistema instalado, cria-se novas interfaces de troca de dados com os sistemas existentes. O crescimento da complexidade e do custo de manutenção da rede de comunicações entre os sistemas de automação é exponencial. É nesse ponto que a mudança para a arquitetura SOA permite ganhos consideráveis, ao permitir a modelagem e distribuição global dos dados que estão distribuídos pelos diversos sistemas.

Um clássico exemplo de SOA é o caso de um sistema de gerenciamento de ativos, no qual é possível utilizar o modelo de uma válvula de controle configurada e disponibilizada no barramento de serviços. Através deste modelo, o sistema pode criar contexto para as informações deste equipamento e disponibilizá-las para cada sistema que possa eventualmente vir a requisitá-las. O sistema supervisório, neste caso, poderia publicar os dados de monitoramento da válvula em tempo real, ao mesmo tempo em que o MES forneceria os motivos de possíveis falhas ocorridas durante as últimas horas. Para uma consulta das condições da válvula pelo módulo de manutenção do ERP, por exemplo, bastaria acessar o conjunto de dados fornecidos sobre esse modelo dentro da arquitetura SOA.

A nova geração de supervisórios enquadra-se perfeitamente no contexto do SOA, permitindo até mesmo a Gestão do Fluxo de Trabalho (*Workflow Management*), através da qual é possível realizar a análise e o controle da interação entre os processos – manuais ou automáticos – da planta, monitorando todas as informações relacionadas a cada passo da linha de produção. *Workflow* é definido pela WfMC (*Workflow Management Coalition*) como “a automação total ou parcial de um processo de negócio, durante a qual documentos, informações e tarefas são passadas entre os participantes do processo” [Ref. 4].

Com o uso dessa tecnologia é possível obter-se maior integração entre diferentes áreas, ferramentas e indivíduos de uma planta industrial, trazendo melhorias sensíveis na execução de tarefas originalmente complexas e de difícil documentação. Algumas soluções de mercado possibilitam a utilização de uma plataforma única para atingir um ambiente

de gerenciamento e configuração de produção centralizada – criando uma espinha dorsal de envio de mensagens com modelos de equipamento de dados de toda a instalação e modelo de cada atividade envolvida [Ref. 3].

Essa tecnologia permite, por exemplo, a interação de um sistema SCADA com um sistema de manutenção, trazendo aos usuários a possibilidade de obter uma representação única e completa de elementos do processo, seus dispositivos e alarmes do sistema. Na Figura 10 pode-se observar um exemplo de administração integrada do processo: um alarme no sistema SCADA direciona para uma tela de equipamento que traz informações de manutenção corretiva e preventiva do dispositivo, possibilitando até mesmo a disponibilização de documentos contendo procedimentos e conhecimentos específicos através do sistema, de modo a auxiliar os usuários em suas tarefas.

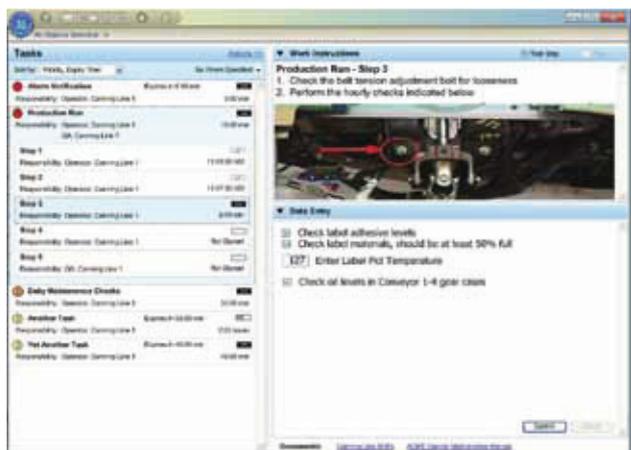


FIGURA 10 – Detalhes sobre procedimento de manutenção [Ref. 3].

SUPERVISÃO FLEXÍVEL ALIADA A MOBILIDADE

Não é novidade a grande flexibilidade de arquitetura que os sistemas supervisórios proporcionam hoje em dia. Entre os recursos oferecidos pelos sistemas, pode-se citar o uso de servidores redundantes, arquitetura cliente/ servidor e acesso remoto via *web browser* (intranet/ internet).

Apesar de uma inicial resistência à tecnologia, com o aumento da confiança nas redes de comunicação, o meio industrial foi gradativamente adotando o acesso remoto aos sistemas de automação, permitindo visualização, operação do processo e até mesmo o desenvolvimento remoto dos aplicativos – edição de telas, base de dados etc. Atualmente, empresas com aplicações distribuídas por locais distantes utilizam em larga escala esse recurso, facilitando a supervisão e manutenção de suas aplicações.

O acesso remoto inclui, muitas vezes, o uso de tecnologias móveis como aparelhos celulares, *palmtops* e *tablet PCs*, que possibilitam que os responsáveis pelo gerenciamento do processo visualizem e operem o sistema enquanto andam pelo chão de fábrica, em salas de operação, em suas mesas no escritório ou mesmo no conforto de sua casa. A Figura 11 traz exemplo de acesso do supervisório através de ferramentas da *Apple* já populares, como o *iPad* e o *iPhone*.



FIGURA 11 – Acesso a telas em dispositivos móveis.

GERENCIAMENTO DE MUDANÇAS – RASTREABILIDADE E AUDITORIA

É comum haver alterações e modificações do supervisório durante sua utilização, afinal de contas as mudanças nas plantas são dinâmicas e ocorrem com frequência.

Tanta flexibilidade de uso do sistema e a necessidade frequente de edição, acabaram por acentuar a preocupação com o controle e a rastreabilidade das alterações realizadas no aplicativo. Desta forma, supervisórios modernos trazem ferramentas integradas que permitem o gerenciamento de suas mudanças (*Change Management System - CMS*).

A utilização de aplicativos para gerenciar mudanças em software é antigo no universo de TI, incluindo o controle de versões, acesso a alterações, auditoria e realização de *backups* periódicos e automáticos. Para nossa área de automação, esses recursos são igualmente importantes, uma vez que os supervisórios e os demais programas e configurações dos equipamentos de controle encerram grande conhecimento e especialização, sendo fundamentais para o funcionamento adequado dos processos em que atuam.

Esse recurso de gerenciamento de mudanças, em geral, permite que seja gerenciada toda e qualquer modificação do aplicativo, seja em telas, base de dados, scripts, etc. O sistema permite também o gerenciamento de outros tipos de aplicativos, como, por exemplo, programas de CLPs (*ladder*,

forces, registros de I/O, configuração, etc.). Através dele é possível identificar qual usuário fez a modificação, quando ela foi feita e qual foi. Além disso, é possível restabelecer o sistema em uma situação de emergência, como no caso de perda do servidor SCADA ou da CPU de determinado controlador; em ambos os casos, após o restabelecimento físico do dispositivo, basta carregar a versão mais recente e oficial que estava armazenada no sistema CMS. A Figura 12 demonstra exemplos de relatórios de mudanças realizadas entre versões diferentes de um sistema supervisório – no exemplo, há diferenças em tags, telas, etc. – e de um CLP – no exemplo, há diferença na lógica de *ladder*.

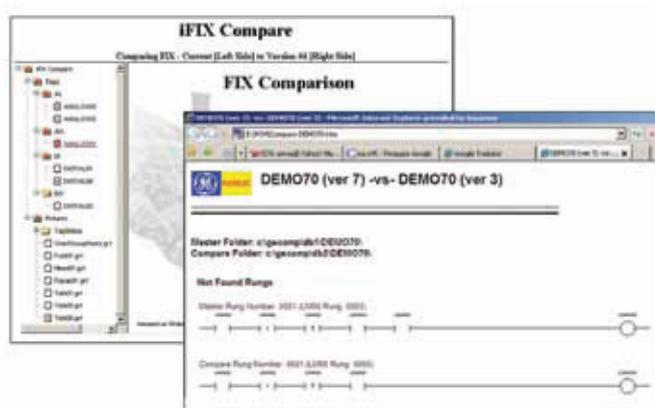


FIGURA 12 – Exemplo de relatórios do recurso de gerenciamento de mudanças.

CONCLUSÃO

Se comparados aos sistemas iniciais, os supervisórios atuais são quase irreconhecíveis. A evolução tecnológica é tão acentuada que possibilita aos sistemas mais recentes funções originalmente impensáveis para um supervisório.

O “supervisório inteligente” transcende o simples escopo de supervisão da planta. Ele permite a identificação da dinâmica do processo, possibilitando análises complexas que auxiliam no gerenciamento da produção. Como foi visto, é possível até mesmo obter auxílio na interpretação de alarmes do sistema, através de ferramenta que possibilita a obtenção automática das prováveis causas da não conformidade do processo, assim como as respectivas sugestões de ação corretiva.

A nova geração de supervisórios deve possuir ainda facilidade de integração com outros sistemas disponíveis na rede de automação, tais como PIMS, MES e ERP. Quando corretamente implementado, um supervisório

dentro da estrutura SOA traz benefícios aos seus usuários ao possibilitar a representação de seu sistema através de serviços, que podem ser utilizados por aplicações diferentes através de interfaces bem definidas, legíveis do ponto de vista dos negócios e independente da plataforma de desenvolvimento das aplicações. Esses benefícios são caracterizados pela interoperabilidade, pelo baixo índice de acoplamento, pela possibilidade de reuso e pela flexibilidade dos serviços – características que possibilitam a redução dos custos com projeto, manutenção e utilização dos recursos.

Adicionalmente, o moderno supervisório deve permitir flexibilidade de arquitetura e total mobilidade de acesso, sem causar nenhum risco à segurança e integridade do aplicativo. Toda e qualquer mudança efetuada nos aplicativos de automação (o próprio SCADA e aplicativos de CLP) pode ser controlada pelo supervisório através de ferramenta de gerenciamento, que permite auditoria das modificações, controle de acesso, *backup* automático e restauração de emergência. O uso de tais ferramentas diminui consideravelmente o risco de acidentes e paradas não programadas da produção.

Em suma, a evolução tecnológica dos sistemas supervisórios trouxe aos seus usuários inúmeros benefícios. O uso de tal tecnologia e de todas as suas funcionalidades traz, inegavelmente, maior conhecimento, eficiência, qualidade e confiabilidade à operação das modernas plantas industriais.

REFERÊNCIAS

- [1] MESA International, IBM Corporation e Capgemini. *SOA in Manufacturing Guidebook - White Paper 27*. Maio, 2008.
- [2] IBM Corporation. *Patterns: Implementing an SOA Using an Enterprise Service Bus*. Julho, 2004.
- [3] GE Intelligent Platforms. *Proficy SOA*. Página visitada em 23 de fevereiro de 2011. [<http://www.ge-ip.com/pt/products/2808/>]
- [4] Workflow Management Coalition. Página visitada em 20 de maio de 2010. [<http://www.wfmc.org>]
- [5] Carlos E. G. Paiola e Ricardo C. Vieira, *Métodos Computacionais para Otimização de Processos Metalúrgicos*. Anais do XIII Seminário de Automação de Processos da ABM, outubro de 2009. ■