



**XXI SNPTTE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

Versão 1.0
23 a 26 de Outubro de 2011
Florianópolis - SC

GRUPO – 14

Grupo de Estudo de Eficiência Energética e Gestão da Tecnologia, da Inovação e da Educação - GET

Caso Smart Grid: Informação integrada x aumento de eficiência

**Sérgio Yoshio Fujii
ABB Ltda.**

RESUMO

A criação de redes inteligentes (Smart Grids) revoluciona a forma de operação de transmissão e distribuição, fazendo com que sua operação seja substancialmente alterada. A integração de grandes pólos de energia renovável (por exemplo, grandes plantas eólicas), trará novas tecnologias de controle de geração, que não é facilmente previsível. Da mesma forma, a pequena geração distribuída, basicamente localizada nas redes de distribuição, trará grandes desafios para a manutenção da estabilidade do sistema elétrico. Além da questão meramente técnica e operacional, vários outros sistemas corporativos possuem informações essenciais para compreender a total cadeia de fornecimento de energia elétrica.

PALAVRAS-CHAVE

DMS, Financial Optimization, OMS, Plug-in Hybrid Electric Vehicles, SCADA, Smart Grid.

NOMENCLATURA

CIM – Common Information Model
DMS – Distribution Management System
ERP – Enterprise Resource Planning
NERC – North American Electric Reliability Corporation
OMS – Outage Management System
PHEV – Plug-in Hybrid Electric Vehicles
SCADA – Supervisory Control and Data Acquisition
SOA – Service-Oriented Architecture
SQL – Structured Query Language
XML – extensible Markup Language

1.0 - INTRODUÇÃO

Este trabalho objetiva a descrição de formas de integração de todos os dados operacionais e corporativos, bem como as tecnologias envolvidas na otimização financeira e operacional dos recursos disponíveis na empresa. Objetiva também a descrição de estudos de caso para sistema já fornecidos, utilizando sistema estado-da-arte fornecido pela Ventyx, uma empresa do Grupo ABB. Estes estudos de caso descrevem os benefícios da integração de Tecnologia da Informação (TI) e Tecnologia de Operação (OT), analisa os benefícios econômicos de recursos de energia distribuída (Geração Distribuída) e resposta a demanda no contexto de operação comercial integrada em um ambiente Smart Grid.

Normalmente as empresas de energia possuem vários sistemas especialistas, cada um deles com uma funcionalidade bem clara e definida. Exemplos destes sistemas são:

- a. SCADA – aplicados em Centros de Operação do Sistema e/ou também em Centros de Operação Regionais. Podem existir vários destes sistemas conectados normalmente via protocolo de comunicação, realizando o

intercâmbio de dados essenciais de operação. Também podem ser utilizados para a realização de uma atividade específica como, por exemplo, um Centro de coleta de dados de medição ou de automação de chaves de distribuição.

- b. DMS – aplicados em controle de distribuição. Podem ser utilizados em regionais para a realização de atividades localizadas e proximidade com as equipes locais de manutenção.
- c. OMS – aplicados para o controle de equipes de campo, gerenciando disponibilidade e posicionamento de equipes para otimização de recursos e deslocamentos.
- d. GIS – aplicado para captar, armazenar, analisar e exibir informações geograficamente referenciadas. Estas informações podem ser selecionadas para serem visualizadas sobrepostas em um mesmo esquema gráfico.

Durante os próximos itens discutiremos sobre a forma de integração das informações destes sistemas, sua viabilidade e as otimizações que podemos conseguir com estas integrações.

2.0 - TÉCNICAS DE INTEGRAÇÃO

A vantagem de integração de informações pode ser resumida na Figura 1 abaixo:

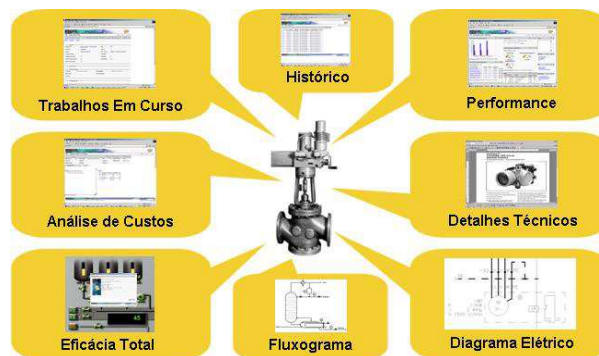


FIGURA 1 – - Integração de Informações

Com a total integração das informações pode-se, por exemplo, acompanhar todo o ciclo de vida útil de um equipamento, desde sua aquisição, detalhes técnicos, dados operativos, eficiência, durabilidade e manutenções realizadas.

Obviamente, nem todas as informações podem fazer parte de um único sistema. Assim, faz-se necessária a integração entre os vários sistemas que possuem dados sobre este equipamento.

Da mesma forma, todas as atividades de uma empresa de energia podem ser “controladas” com a integração dos dados desde os custos de insumos (geração ou intercâmbio com outras empresas, equipamentos de transmissão e distribuição, etc.) até o fornecimento de serviços ao seu cliente final (grandes indústrias, outras empresas e/ou consumidores residenciais).

Dentre as várias formas de integração, podemos utilizar protocolos de comunicação, softwares e tecnologias de desenvolvimento, que detalhamos a seguir.

2.1 A. Integração via Desktop

A integração via desktop podem ser realizadas de duas formas, embora as desvantagens sejam de não existir integração efetiva dos dados, devendo ser digitados de uma aplicação a outra:

- a. Execução remota de aplicativos cliente-servidor. Duas ou mais aplicações podem ser executadas em uma mesma console de operação, provendo dados dos vários aplicativos ao mesmo tempo.
- b. Programas podem ser executados ou vários documentos de vários formatos que podem ser visualizados através de uma única interface de operação, conforme ilustrado na Figura 2 abaixo. Por exemplo, temos os diagramas unifilares de subestações visualizados na mesma interface gráfica que possui acesso a internet com dados meteorológicos.

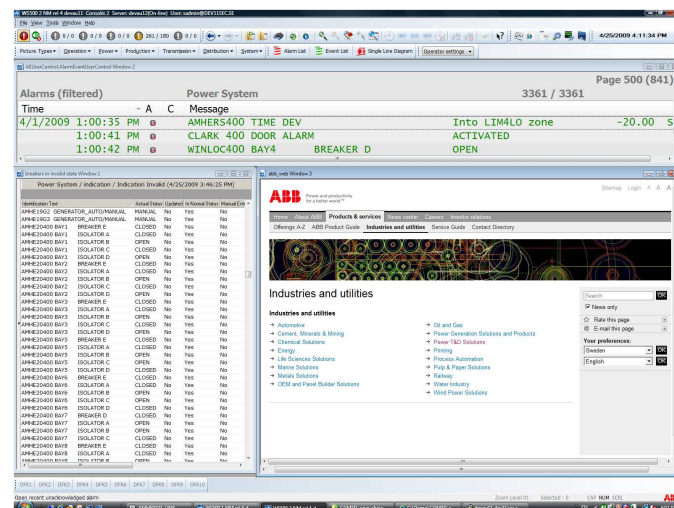


FIGURA 2 – Integração via Desktop

2.2 Protocolos Padrão

Esta opção de integração depende das possibilidades de disponibilização destes recursos para sua implantação, com perfis de comunicação compatíveis.

Os protocolos padrão normalmente utilizados são OPC (OLE for Process Control), IEC-60870-5-101, IEC-60870-5-104, DNP3.0 serial ou sobre TCP/IP, ou ICCP (TASE.2).

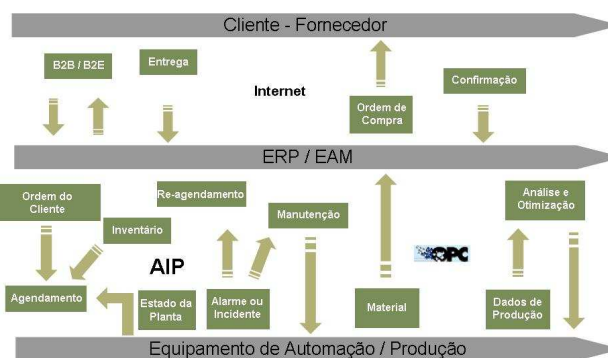


FIGURA 3 – Integração via Protocolo

Normalmente, estas comunicações são concentradas em frontais de comunicação do sistema SCADA, responsáveis pela manipulação de protocolos. Os dados podem ser intercambiados entre os sistemas, podendo ser plenamente visualizados com atualização em tempo real.

Entre as desvantagens desta integração está a falta de mecanismo de configuração único dos dados a serem intercambiados. Como os protocolos de comunicação são configurados como meras tabelas que devem ser compatíveis entre os dois sistemas a serem interligados, a inserção de uma nova informação ou a retirada de um dado, deve ser configurado concomitantemente nos dois sistemas, sob risco de obtermos informações incorretas.

2.3 Base de Dados Centralizada

Os sistemas SCADA modernos possuem 2 tipos de histórico disponíveis:

- Histórico inerente ao sistema SCADA, responsável pelo salvamento de dados aquisitados em tempo real, com todas as suas modificações. Estes valores são utilizados para uma eventual reprodução de ocorrências no sistema elétrico, passo a passo, para que a engenharia de pós-operação possa compreender, diagnosticar e atuar sobre contingências no sistema elétrico.
- Histórico corporativo, para a geração de dados gerenciais, através de relatórios pré-configurados. Estes dados são armazenados ciclicamente, para a geração de tabelas de informações a serem manipuladas por todos os departamentos da empresa. Esta base de dados é relacional, padrão de mercado e acessível via linguagem SQL.

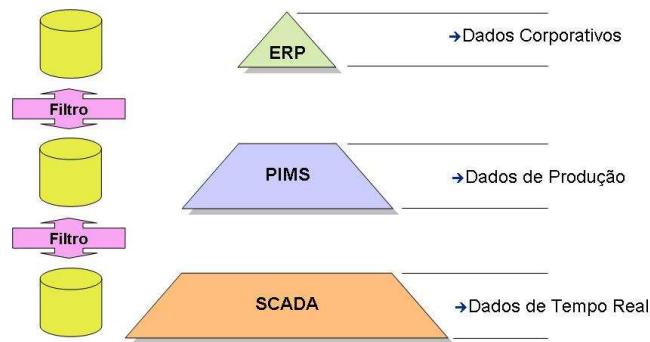


FIGURA 4 - Integração via Base de Dados Relacional

Desta forma, os dados podem ser integrados via as bases de dados, centralizada ou não, através de ferramentas e/ou linguagens padrão de mercado.

2.4 SOA – Service-Oriented Architecture

Esta tecnologia é um estilo de arquitetura de software onde as funcionalidades implementadas pelas aplicações devem ser disponibilizadas na forma de serviços. Frequentemente estes serviços são conectados através de um "barramento de serviços". A arquitetura SOA é baseada nos princípios da computação distribuída para estabelecer a comunicação entre os sistemas clientes e os sistemas que implementam os serviços.

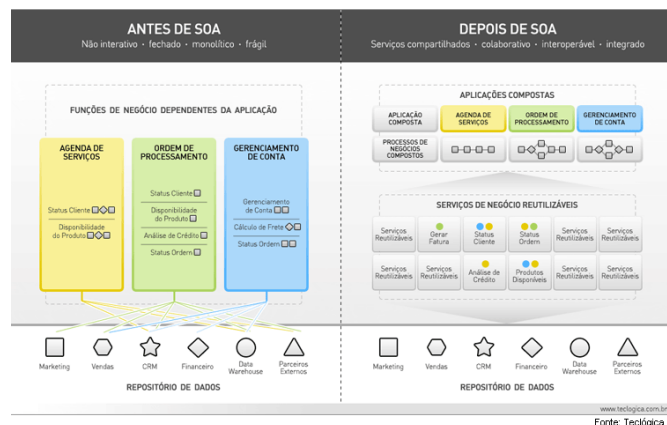


FIGURA 5 – SOA – Service-Oriented Architecture

Um exemplo desta utilização é ilustrada na Figura 6 abaixo:

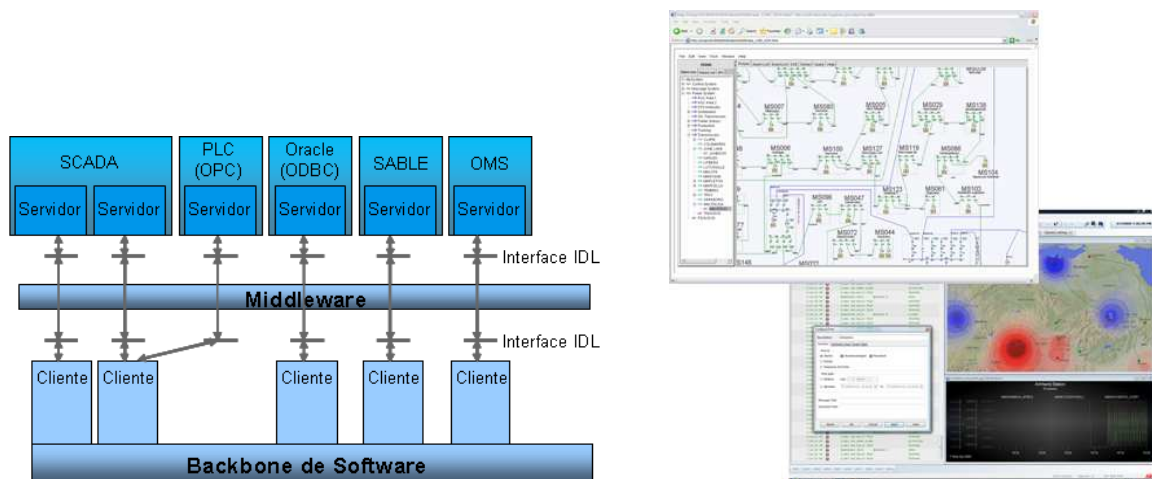


FIGURA 6 – Exemplo de Utilização de SOA

2.5 CIM / XML

CIM é um padrão que define como elementos gerenciáveis são representados como um conjunto comum de objetos e o relacionamento entre eles, permitindo que aplicações de software possam intercambiar informações sobre configuração e estado de uma rede elétrica, independente de seu fabricante ou fornecedor.

O grande problema é que o CIM é um modelo abstrato, ou seja, não é nem uma especificação de modelagem de base de dados nem um formato de intercâmbio de dados.

XML é um formato para intercâmbio de dados a nível de documento, através de Internet pública e redes privadas.

Como resultado de desenvolvimentos e o trabalho de vários profissionais, um modelo comum de formato de troca de dados baseado em definição de dados CIM e XML foi proposto ao NERC e adotado pelo seu grupo de trabalho de intercâmbio de dados.

3.0 - PRINCIPAIS APLICAÇÕES CORPORATIVAS

Voltando um pouco nosso olhar sobre o sistema de distribuição, temos que considerar que as principais aplicações corporativas a serem integradas são as que possuem informações sobre os ativos como transformadores, chaves de distribuição, medidores, etc. Esta infra-estrutura inegavelmente é responsável pela base sólida de todas as informações necessárias para a efetiva otimização de recursos e serviços.

E não por acaso, estas informações são um dos pilares para a implantação de um sistema utilizando a tecnologia Smart Grid. Mas estes mesmos ativos, que estão rapidamente envelhecendo, podem ajudar na otimização de sua utilização e da reconfiguração do sistema elétrico em caso de ocorrências.

Por exemplo, os medidores eletrônicos podem também informar para o sistema de medição central, quando detectar falta de serviço, esta ocorrência. Desta forma, uma equipe já poderá ser enviada para a verificação do problema antes mesmo de qualquer chamada de clientes da região.

Como estamos falando de redes inteligentes, todas as ferramentas que puderem estar disponíveis para que se possa atuar sobre a rede elétrica de forma preditiva, é bem vinda.

Assim, necessitamos também de ferramentas de planejamento para a organização de transmissão e distribuição. Ferramentas estas que podem funcionar como soluções integradas completas e/ou de maneira modular, provendo acréscimos de funcionalidades em resposta a necessidades estratégicas da empresa. Estas soluções incluem:

- a. Eficiência operacional
- b. Redes inteligentes
- c. Produtividade da força de trabalho
- d. Conformado às realidades regulatórias
- e. Confiabilidade de serviço
- f. Cidadania ambiental
- g. Flexível às exigências de mercado
- h. Compatível com novos requisitos de crescimento
- i. Envelhecimento de ativos
- j. Envelhecimento da força de trabalho

Este último item também é um dos pontos mais importantes e refere-se ao que se chama de "Situation Awareness", ou "Conhecimento da Situação".

4.0 - SITUATION AWARENESS

Quando um técnico de campo é enviado para realizar inspeções e/ou manutenção em uma subestação, pode-se supor que eles são experientes e bem treinados para isso. Com a idade média dos trabalhadores da indústria com idade média entre 40 e 50 anos, este seria certamente uma premissa válida. Ao executar os diversos procedimentos e testes envolvidos nas inspeções e/ou manutenção, estes trabalhadores estão lidando diretamente com sua considerável experiência e familiaridade com os recursos implantados em campo.

Apesar de inspeções e procedimentos de manutenção estar bem documentados e sendo objeto freqüente de treinamentos de reciclagem, o componente de conhecimento pessoal é muito importante. Conhecer os detalhes de um equipamento é uma preciosa ajuda para a realização de uma inspeção adequada e, se necessário, fazer os reparos. Quando essas pessoas se aposentam, o seu conhecimento se vai com eles.

E com os rigorosos controles de custos, uma nova contratação é longa. Mesmo quando contratado, o tempo necessário para atingir o mesmo nível de conhecimento anterior pode ser medido em vários anos, e não meses.

Como para a gestão de ativos, a tendência nos últimos anos tem sido no sentido de um sistema comum de gestão de força de trabalho que abrange toda a empresa. Por ser um bom ponto de sinergia para a excelência operacional, é muito útil possuir ferramenta integrada de controle da infra-estrutura de ativos que envelhece rapidamente, junto com a força de trabalho que o mantém. Esta sinergia pode ser exemplificada com a alocação de equipe de manutenção que será alocada para inspeções e testes em subestação.

Desta forma, uma empresa que possua solução com esta abordagem de arquitetura integrada pode realizar otimizações de trabalhos diários, bem como cumprir seus objetivos de confiabilidade em longo prazo.

5.0 - RESUMO

Sumarizando, para a execução com sucesso de um projeto envolvendo soluções integradas, os seguintes pontos são objetivados:

- Operação da rede elétrica, que objetiva a otimização de ativos para o atendimento aos seus clientes
- Gerenciamento de ativos, incluindo ciclos de manutenção e substituição por envelhecimento
- O cliente final, que requer mais qualidade de serviço, para o valor realmente pago à empresa fornecedora

Torna-se necessário então utilizar aplicações de software que forneçam às concessionárias e aos operadores de rede elétrica as informações necessárias para melhor combinar geração de eletricidade com consumo, até mesmo ao nível das residências. Ao gerar informações em tempo real sobre a demanda, preços e disponibilidade de eletricidade, o sistema integrado deve proporcionar um modelo de negócios prático para que as concessionárias gerem faturamentos, incluindo as tecnologias modernas e necessidades para utilizar as redes elétricas inteligentes e o comércio de carbono.

Com relação à funcionalidade de previsão de carga, ela deve ser utilizada para ajudar a integrar grandes quantidades de energias renováveis imprevisíveis, como eólica e solar. É necessário, então, fornecer vários aplicativos de gerenciamento de ativos para integrar por completo os sistemas de negócios e corporativos das concessionárias em toda a cadeia de valor, além de um conjunto abrangente de serviços para facilitar a resolução eficaz de falhas na rede.

6.0 - SMART GRID NA PRÁTICA

Gotland é uma ilha na costa leste da Suécia, possuindo:

- 60.000 habitantes
- área de 3.140 km²
- rede de distribuição composta de 39.500 clientes, consumindo 855 GWh
- cerca de 150 plantas eólicas gerando 170 MW
- a estrutura da rede elétrica é avançada e representativa, tendo 100% de medidores inteligentes instalados
- existe previsão de energia eólica adicional de 1.000 MW
- o controle de frequência é realizado de forma separada para a ilha
- vários projetos de P&D foram realizados, implementando modelos em escala para poderem ser adotados no mercado europeu.

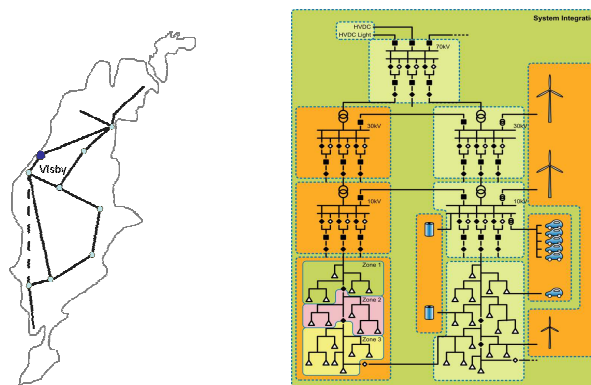


FIGURA 8 – Projeto Gotland

Este projeto é um exclusivo sistema de demonstração em escala real estando totalmente integrado, onde foi modernizada toda a rede elétrica existente com a maioria das tecnologias atualmente conhecidas.

É interessante notar a grande quantidade, ainda crescente, de geração proveniente de energia eólica para o atendimento de uma vasta região, com participação numerosa de clientes.

Algumas características técnicas:

- Subestações primárias inteligentes: baseado em automação de subestação com solução de proteção e controle

centralizada

- b. Sistema de armazenamento de energia para suporte da rede elétrica e aplicações de geração eólica: baseado em tecnologia SVC
- c. Redes inteligentes rurais: baseado em conceito de zonas
- d. Monitoramento e controle de redes de baixa tensão: integração de SCADA/DMS/OMS com sistema AMR
- e. Controle de demanda: baseado em DMS incluindo aplicação de resposta à demanda suportando veículos elétricos híbridos, integração de soluções de automação residencial e EMS industrial
- f. Geração intermitente distribuída: aplicações de EMS para energia eólica, para prognósticos e controle das plantas de geração
- g. Integração do sistema para aplicações Smart Grid: soluções de comunicação para concessionárias, integração de componentes de sistema/aplicações e engenharia
- h. Integração e utilização de veículos elétricos híbridos: integração de infraestrutura de recarga
- i. Sistema para Centro de Inovação: ambiente offline para análises e estudos

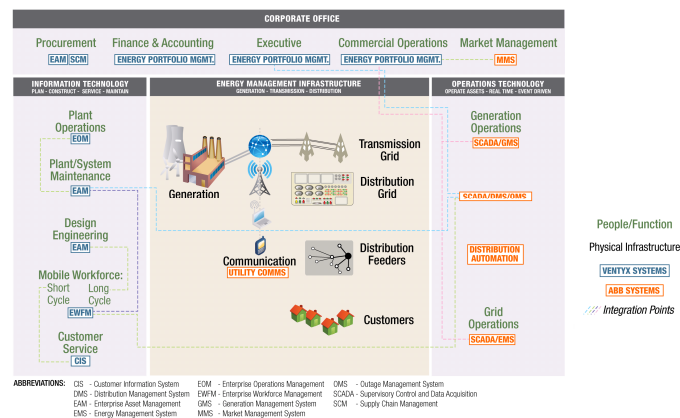


FIGURA 9 – Solução Integrada

Um exemplo de informações que podem estar disponíveis no centro de operação, pode ser vista na figura abaixo:



FIGURA 10 – Centro de Controle Smart Grid

Outra referência de projeto é a Xcel Energy:

- a. Atua em 10 estados do oeste, centro-oeste e sudoeste dos Estados Unidos
- b. Grande empresa de eletricidade e gás natural
- c. Empresa com consciência ambiental
- d. 3.3 milhões de clientes de eletricidade
- e. 1.8 milhões de clientes de gás natural

Para atingir a meta aumentar a percepção dos clientes sobre seu posicionamento de fornecedora de energia de baixo custo e confiável, bem como de excelência em produtos e serviços de energia, parceiros foram selecionados e motivados a trabalhar para o desenvolvimento de novas oportunidades para unificar e otimizar a interação entre as várias organizações funcionais da empresa.

Uma das maiores dificuldades eram a localização e estado das equipes de campo e equipamentos, especialmente quando prioridades de serviço eram modificadas. Além disso, equipamentos eram estimados em 70% de sub-utilização.

Um exemplo de aplicação completa para distribuição pode ser vista na figura abaixo:

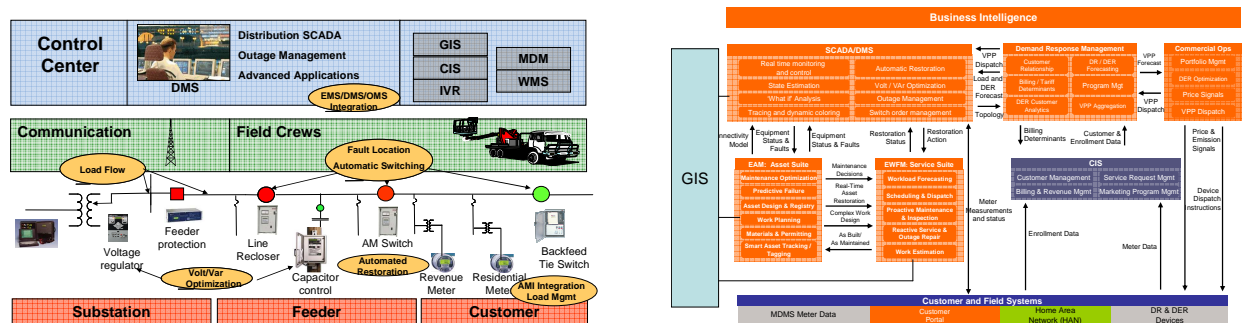


FIGURA 11 – Exemplo de Funcionalidades DMS

Segundo o Vice-Presidente e CIO da Xcel Energy: “Estamos aproveitando as tecnologias atuais mais avançadas para nos tornarmos uma empresa mais eficiente e centrada no cliente, e vemos um grande potencial para maximizar nossos ativos e força de trabalho em campo.”

Foi ofertado um sistema que permite a verificação em tempo-real de equipamentos, trabalhos e recursos, permitindo que os tomadores de decisão possam ter visibilidade e controle sobre a performance operacional.

Foram fornecidas ferramentas para suportar o fluxo de trabalho relacionado à programação, projeto, construção, manutenção e inspeção, além de prover suporte em tempo real para tomada de decisão como:

- Asset Suite** – Utilizado para o gerenciamento de ativos, trabalhos e a cadeia de fornecimento, na empresa e em campo. Este conjunto de aplicações prove valiosas ferramentas de gerenciamento de equipamentos e infraestrutura, permitindo que a Xcel possa gerenciar modelos de equipamentos, número de série, fabricante, data de compra, sobressalentes, serviços de manutenção, recalls e várias outras informações.
- Service Suite** – Escolhido por sua capacidade sofisticada de programação de serviços em campo, otimização e mobilidade. Possui um processo de otimização comprovado para balancear os objetivos de fornecimento da Xcel e sua demanda, utilizando regras e restrições corporativa. Os gerentes de serviço em campo e outros executivos recebem em tempo real opções de desenvolvimento, inteligência de negócio e métricas de performance. Despachantes, responsáveis por serviços a cliente e os próprios clientes têm acesso em tempo real à programação e estados de execução.

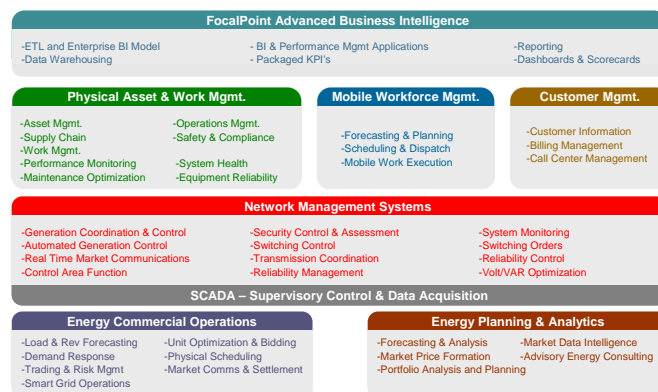


FIGURA 13 – Mapa de Solução Ventyx-ABB

PG&E é um projeto de integração de informações baseada em OMS/AMI, provendo benefícios de aumento de confiabilidade, eficiência operacional e eficiência energética. Alguns dados relevantes:

- redução de 20 minutos no DEC, correspondendo a 80% de redução
- 1% de redução de tensão, provendo 1,6% de redução em demanda, o que corresponde a economia de 80 MUSD
- redução de demanda contribui para a redução de emissões

Vários outros projetos poderiam ser detalhados para exemplificar os ganhos de eficiência como o desenvolvimento e demonstração em larga escala de um sistema Smart Grid para o Stockholm Royal Seaport, SCADA/DMS/OMS

para o CenterPoint Energy de Houston, SCADA/EMS/DMS/OMS para National Grid nos Estados Unidos, SCADA/DMS com controle de otimização de Volt-Var e automação da restauração para OG&E.

7.0 - CONCLUSÃO

Os sistemas fornecidos foram instalados de forma progressiva, aumentando e otimizando as interações dos processos envolvendo clientes, ativos e força de trabalho.

Somente as aplicações Asset Suite e Service Suite da Ventyx podem combinar otimização de força de trabalho com gerenciamento de ativos e funcionalidades de mobilidade, preparando a transformação dos processos de negócio através de todo o ciclo de vida do trabalho.

Os resultados do projeto da Xcel Energy foram remarcáveis. No Centro de Serviços de Arvada, um ambiente em escala reduzida, os resultados do primeiro ensaio foram extraordinários. As mais significativas melhorias de produtividade e eficiência foram conseguidas no esforço de projeto, manutenção, comunicação e fechamento de programas de trabalho.

Os resultados reais e extrapolados conseguidos pelos projetos da Xcel Energy chegam a níveis de benefícios extraordinários:

- a. 87% de redução de esforço de programação
- b. 26% de melhoria de produtividade na fase de projeto
- c. 35% de melhoria de produtividade na fase de produção
- d. 10% de melhoria de produtividade em manutenção em manutenção e inspeção
- e. Economia anual extrapolada de US\$ 27.5 milhões
- f. Lista de projeto e material precisa

8.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Trabalhos:

(1) M. S. do Espírito Santo, F. Favaretto, V. Martins, C. F. Bremer, "Considerações sobre a Utilização de Dados de Controle da Produção no Contexto da Filosofia Lean Production"

WEB Sites:

(2) Jason Bloomberg, "The Lego® Model of SOA", <http://www.zapthink.com/2006/12/11/the-legoreg-model-of-soa/>

(3) Wikipédia, <http://pt.wikipedia.org/wiki/ERP>

Apresentações:

(4) Cyro Vicente Boccuzzi, "Smart Grid e a Gestão Energética nas Empresas", 7º Congresso Brasileiro de Eficiência Energética e Expoeficiência, 2010.

9.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

Sérgio Yoshio Fujii, nascido em Maringá, estado do Paraná. Graduado em Engenharia Elétrica, Modalidade Sistemas de Potência pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, no ano de 1987. Possui experiência de implantação de vários projetos SCADA/EMS e Automação de Subestações, para grandes clientes no Brasil e América Latina como CELG, Petrobrás, CSN, LIGHT, AES-Eletropaulo, ONS, CELESC, CDEC-SING e SIEPAC. Atualmente é Gerente de Propostas e Aplicações para a área de Network Management na ABB. E-mail: sergio.fujii@br.abb.com