

ABORDAGEM MODERNA PARA MODELAMENTO DE INFORMAÇÃO PARA AUTOMAÇÃO¹

Marcos de Oliveira Fonseca²
Constantino Seixas Filho³

Resumo

A troca de dados entre os sistemas de chão de fábrica e os sistemas corporativos é a espinha dorsal dos sistemas industriais para suportar as camadas de negócios e a tomada de decisões. Desde a geração do dado no processo industrial e a sua aquisição pelos sistemas de instrumentação e controle, o mesmo passa por um processo tecnológico nas diversas camadas dos sistemas industriais para agregação de contexto e significado para os diferentes usuários, até a obtenção de uma informação útil para o negócio em cada nível de decisão. A simplificação deste processo traz inúmeros benefícios para o a gestão industrial e garante a obtenção da informação certa, para o usuário certo no tempo certo. O presente trabalho analisa como abordar o modelamento de dados e informações dos sistemas de automação usando as modernas técnicas e tecnologias disponíveis no mercado, apresentando exemplos e resultados práticos.

Palavras-chave: Comunicação industrial; Modelo de informação; Automação.

MODERN APPROACH FOR AUTOMATION INFORMATION MODELING

Abstract

Data exchange between shop floor and corporate level is the dorsal spine of industrial systems for supporting business layers and decision making. From data generation at the industrial process and its data acquisition by instrumentation and control systems, the raw data go through a technological process at the several layers of industrial systems, by aggregating context and meaning to different users, up to obtaining useful business information at each level of decision making. Simplification of this process brings several benefits to industrial management and assures to provide right information to the right user at the right time. This paper analyses how to approach data and information modeling for automation systems using modern techniques and technologies available on the market, presenting also examples and practical results.

Key words: Industrial communication; Information modeling; Automation.

¹ Contribuição técnica ao 15º Seminário de Automação e TI Industrial, 20 a 22 de setembro de 2011, São Paulo, SP.

² Engenheiro Eletricista, M.Sc, Senior Manager da Accenture Plant and Automation Solutions (APAS), Belo Horizonte – MG, Brasil.

³ Engenheiro Eletrônico, M.Sc., Senior Executive, CTO da Accenture Plant and Automation Solutions (APAS), Belo Horizonte – MG, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

Nos diversos níveis de interação entre partes, seja na vida pessoal ou nos processos industriais, a troca de informações (dados agregados de contexto e significado) a partir de dados (representações simbólicas) disponíveis é o que permite a geração de conhecimento, habilitando a competência de cada parte.⁽¹⁾

Historicamente, os sistemas industriais partiram de dois focos de desenvolvimento distintos. O primeiro, relacionado à obtenção de dados de chão de fábrica no nível da automação, partiu da necessidade de se ter uma leitura precisa das variáveis de processo com o propósito de prover elementos para o controle e operação do processo. O segundo, relacionado à disponibilização de informações no nível corporativo, partiu da necessidade de suportar a tomada de decisões a partir do conhecimento do negócio.

Inevitavelmente, os dois focos de desenvolvimento convergiram para uma mesma necessidade, que é a disponibilização de informações para cada nível a partir dos dados obtidos. Isto também explica a necessidade de convergência dos padrões e tecnologias que suportam os sistemas de automação e TI industrial para integração do chão de fábrica ao nível corporativo, convergência essa que é uma realidade do mercado.

Entretanto, ainda existe um *gap* entre o alinhamento dos modelos de dados e as informações que suportam as diferentes implementações dos sistemas industriais. Parte deste *gap* era devido à disponibilidade de tecnologias e padrões de mercado, mas esta parte já está bem evoluída e acessível.

Outra parte diz respeito à utilização de técnicas e do conhecimento necessário por parte dos usuários para definição e implementação dos modelos. Em relação a isso, os usuários ainda carecem de uma abordagem mais clara para alcançar a competência necessária para o modelamento adequado das informações. Modelamento este que permite uma simplificação da integração exigida para os diversos níveis dos sistemas industriais, de forma transparente, fácil e de maior valor agregado para o negócio.

A orientação a objetos⁽²⁾ é principal técnica utilizada pelos sistemas de automação e TI industrial para modelar o tratamento de dados e informações nos diversos níveis de integração. Através de um modelamento adequado, torna-se possível a modularização, estruturação e reutilização do conhecimento e dos elementos do sistema de automação e TI industrial que permitem uma integração de forma transparente entre os diversos níveis. O resultado para o negócio é um menor custo, maior qualidade e maior valor agregado na gestão industrial.

O presente trabalho apresenta uma abordagem moderna para aplicar a orientação a objetos no modelamento de informações do chão de fábrica para integração transparente com os sistemas corporativos, fazendo-se uso dos padrões e tecnologias disponíveis na visão de sistemas colaborativos.⁽³⁾

2 MODELAMENTO DE DADOS E INFORMAÇÕES INDUSTRIAIS

Os sistemas de controle sempre coletaram dados em tempo real da instrumentação através de uma forma pontual. O comum era ter a leitura da PV, ou variável de processo, que corresponde à variável de interesse para os sistemas de controle: temperaturas, pressão, vazão, nível, pH e outras variáveis. Estes valores eram exibidos nas IHMs dos sistemas de supervisão (SDCDs, SCADA ou Híbridos) e forneciam toda a informação que se julgava necessária a respeito do que acontecia

ao processo controlado. Eram dados pontuais e sem muita conotação de contexto. À medida que os conceitos evoluíram percebeu-se que era necessário agregar mais informação ao dado amostrado. Uma das formas mais básicas de informação complementar seria a informação temporal. Foi criado o conceito de *time stamp* e assim o valor poderia estar associado a um *tag* ou identificação e ao tempo de ocorrência do evento ou tempo em que o dado foi amostrado. Quanto mais próximo da origem fosse anotado o *time stamp* melhor. Há poucos anos atrás isso só ocorria no historiador de dados que fica no nível 3 da pirâmide de informação, o que era muito tardio. Depois os CLPs e remotas de SDCDs assumiram essa função, o que melhorou a precisão da anotação e finalmente essa função passou para a instrumentação inteligente. Criou-se também um novo atributo que se chamou de qualidade do dado e o quarteto Tag–Timestamp–Qualidade–Valor parecia traduzir tudo que se poderia desejar saber a respeito de um dado qualquer. Evidentemente, isso não é suficiente. É preciso agregar a informação de temperatura, vazão etc. ao equipamento associado e este equipamento deve ser relacionado a uma unidade, que por sua vez pertence a uma área, ou seja, é preciso descrever de forma hierárquica todo o contexto dessa informação. Até a alguns anos atrás os sistemas PIMS ou historiadores de processo guardavam a visão temporal das variáveis (*time series*), o que representou um grande avanço em termos de conhecimento da realidade da planta, mas agora buscam uma evolução em direção a uma visão mais relacional da informação. A automação mais uma vez reconhece sua semelhança com TI.

Os modernos sistemas PIMS possuem módulos que contextualizam os dados sob uma árvore de ativos hierarquizada (Figura 1). Qual a vantagem disso? Todos os dados relativos a um certo nível da hierarquia, equipamento por exemplo, podem ser combinados para oferecer informações tais como: estado de funcionamento do equipamento (parado, funcionando, pronto para partir), indicadores de performance (disponibilidade física, desempenho da produção, OEE etc.), dados de manutenção (MTBF, MTTR), dados de energia (kwh/ton de produto produzido), alarmes, etc. Por sua vez, essas informações podem ser combinadas para produzir indicadores do próximo nível hierárquico tais como disponibilidade de linha, produção etc.

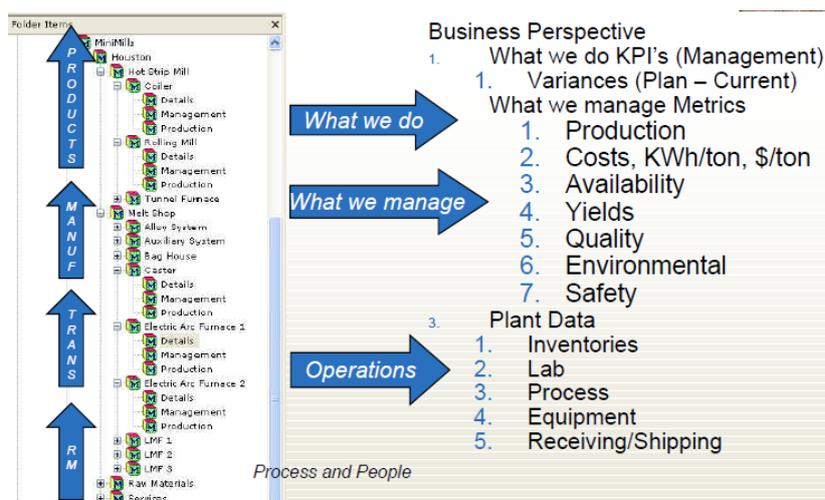


Figura 1. Exemplo da definição de árvore de ativos no indexar informação a uma árvore de locais/equipamentos.

Se desejarmos modelar um sistema de alarmes industrial também precisamos agregar a cada nodo as informações de contexto de modo a entender, por exemplo,

que aqueles cinco alarmes individuais dizem respeito à mesma coisa, um problema na bomba de lubrificação de um moinho, o que pode ser sintetizado em uma única informação para o operador. Ter a semântica como objetivo implica em se ter uma estrutura de dados complexa e aderente a cada aplicação.

A maneira de se representar a informação evolui de tipos simples de dados na sua origem, para vetores e registros e finalmente para representações hierárquicas mais complexas.

Em resumo, para cada nível do sistema industrial, faz-se necessário a agregação de contexto e significado para cada parte da informação gerada, de forma a completar a necessidade de conhecimento requerido para tomada de decisão na competência de cada usuário. A agregação em cada nível é feita também através de novas partes da informação a partir dos dados gerados nos respectivos níveis. Ou seja, cada nível tem sua contribuição na propagação da informação necessária para tomada de decisão. Portanto, o modelamento de informação deve considerar o processo de geração e tratamento de dados em cada nível do sistema industrial, desde o chão de fábrica até o nível corporativo, sendo um processo bidirecional.

3 PADRÕES E TECNOLOGIAS DISPONÍVEIS

Os padrões de comunicação evoluíram no mesmo sentido da necessidade de agregação de informação, do chão de fábrica para o nível corporativo. O OPC Clássico⁽⁴⁾ foi criado para interligar principalmente os sistemas de nível 2: equipamentos a CLPs e CLPs a SCADA, não possuindo tipos complexos de dados, apenas vetores na sua especificação original. Além disso, a tecnologia COM/DCOM tinha grandes restrições para utilização nos sistemas de nível superior, principalmente no tocante à segurança de dados e acesso via web, sendo portanto, tratado como uma solução de conectividade padrão para o chão de fábrica. O novo conjunto de especificações do OPC UA (*Unified Architecture*) já está disponível no mercado como norma internacional IEC 62541, se propondo a ser o mecanismo de transporte de informações entre todos os níveis dos sistemas industriais, sendo também considerado como um padrão unificador.⁽⁵⁾ O OPC UA é um padrão totalmente orientado a serviços, independente de plataforma, com segurança embutida e o mais importante, possui a capacidade de agregar modelos de informação sobre seu modelo padrão, através da técnica de orientação a objetos (Figura 2). No OPC Clássico não havia mecanismo para associar, dados a uma variável. A variável de processo pode ser conhecida, mas outras variáveis associadas cujos valores representam os níveis LL, L, H e HH do tanque, não podiam ser descobertas navegando-se no espaço de endereçamento. O único recurso era usar o conceito de propriedades cuja lista é pré-estabelecida e muito limitada. Isso, entretanto é possível no OPC UA. O OPC UA permite definir, criar e armazenar novos modelos de informação no espaço de endereçamento. Um modelo de informação é um conjunto de definições de tipos correlacionados. Essa definição é feita utilizando-se mecanismo compatível ao UML – *Unified Modeling Language*. O padrão também permite criar uma relação de dependência n para m (rede *mesh*), assim como o conceito de *Views*, que permite expor dados e informações do servidor OPC UA para necessidades diferentes de diferentes clientes ou usuários. Desta forma, permite a definição de modelos complexos de informação para cada tipo de aplicação em cada nível. Além disso, o recurso de agregação de servidores concebido para o OPC UA permite que os modelos de informação disponibilizados na base de dados de cada servidor em cada nível sejam complementados por outros

modelos de outros servidores em cascata, provendo aos clientes diferentes contextos e significados para as diferentes necessidades de cada usuário. A orientação a objetos permite a definição de novas classes, uso de herança para derivar novas classes baseado em classes preexistentes para permitir a criação de especialização. A disponibilização de uma modelo de informação utilizando os objetos padrões do OPC UA possibilita que seja criado uma camada de abstração entre o servidor OPC UA e a fonte de dados. Como o servidor OPC UA pode ser implementado em qualquer dispositivo (instrumentos, CLPs, IHMs, PIMS, MES etc.) espera-se que este nível de abstração esteja disponível diretamente na fonte de dados.

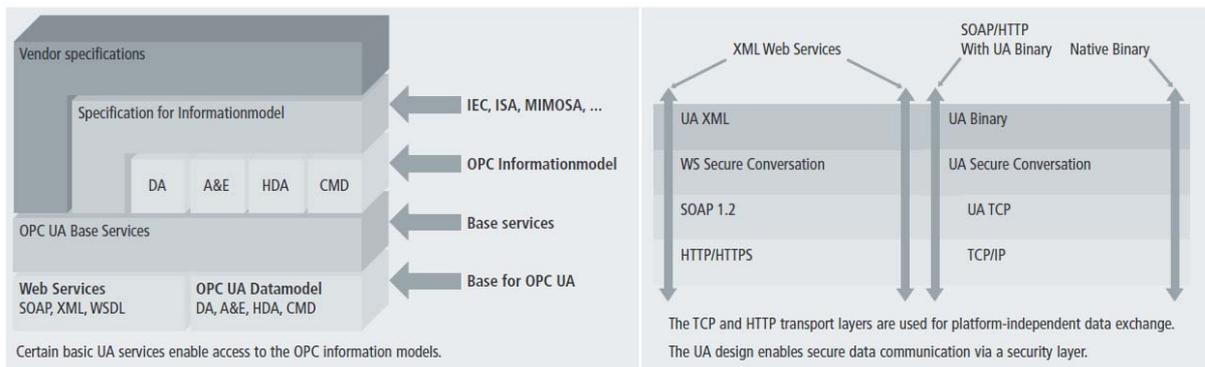


Figura 2. Modelo de Informação do OPC UA.⁽⁶⁾

A adoção do padrão OPC UA por diferentes organizações é um movimento que vem se intensificando no mercado através da abordagem de federação utilizada pela OPC Foundation. Nessa abordagem, o padrão OPC UA está sendo utilizado como a tecnologia para transporte de informações entre todos os níveis dos sistemas industriais, sendo que cada organização complementa o modelo básico de informações do OPC UA através do mapeamento de seus modelos de referência necessários para prover as informações exigidas por cada tipo de sistema (Controle, Operação, Manutenção, Gestão de Ativos, etc.) no seu respectivo nível hierárquico. A seguir apresentamos uma lista resumida das principais iniciativas relativas aos modelos de informação que estão sendo mapeados sobre o modelo básico do OPC UA para utilização desta tecnologia como meio de transporte entre os diversos sistemas industriais.

3.1 Nível 1

- OPC UA for Device Integration (DI): Modelo genérico para configuração padrão de componentes de hardware e software para dispositivos de campo, criado em conjunto com a Profibus User Organisation (PNO), HART Foundation, Fieldbus Foundation (FF) e Field Device Tool (FDT);
- OPC UA for Analyser Device Integration (ADI): Extensão do modelo de informação do OPC UA para permitir a integração de analisadores de processos; e
- Field Device Integration (FDI): Utilização do OPC UA para a definição do novo padrão FDI que consiste na junção dos padrões EDDL e FDT para configuração de dispositivos de campo.

3.2 Nível 2

- OPC UA for IEC 61131-3: Mapeamento do modelo de informações definido pela norma IEC 61131-3 para programação de controladores, sendo que todos os elementos de modelo de software do controlador são disponíveis através de objetos padrões OPC UA;
- MTConnect e OPC UA: Mapeamento do modelo de informação para as máquinas operatrizes e robôs para o modelo básico do OPC UA; e
- SmartGrid e OPC UA: O padrão OPC UA está sendo considerado para mapeamento do modelo de informação para suportar os padrões considerados para SmartGrid.

3.3 Nível 3

- Mapeamento da ISA S88 e S95 para OPC UA: Está previsto o mapeamento dos modelos de informação para gestão de produção definidos por estas normas para o modelo básico do OPC UA.

4 ABORDAGEM PARA MODELAMENTO DE INFORMAÇÕES PARA AUTOMAÇÃO

Grande parte das informações que sobem do nível 1 são do interesse do nível de controle: status de equipamentos, alarmes, informação de controle, operação e gestão de ativos. Outras irão permear a camada 2 e chegar à camada de gestão do processo de manufatura. Já foram citados os dados do PIMS que estabelecem o histórico das variáveis de processo e dos eventos da planta.

A base teórica para a estruturação da informação de automação pode ser encontrada em estudos e normas técnicas existentes há mais de uma década.

O padrão IEC 61346, por exemplo, foi criado como uma referência para identificar objetos e estruturas de informações em sistemas técnicos. Ele é baseado em estruturas hierárquicas e *viewpoints*. Uma estrutura hierárquica expressa objetos de nível mais baixo como componentes de estruturas de nível mais alto, formando árvores hierárquicas (Figura 3). *Viewpoints*, também chamados de aspectos, são maneiras de enxergar um sistema. Esta filosofia já é utilizada por soluções de mercado.⁽⁷⁾ A norma prevê três estruturas no formato de árvore: uma estrutura funcional, uma orientada a produto e outra orientada a localização. O recurso mais utilizado é a vinculação de informações à árvore de ativos.

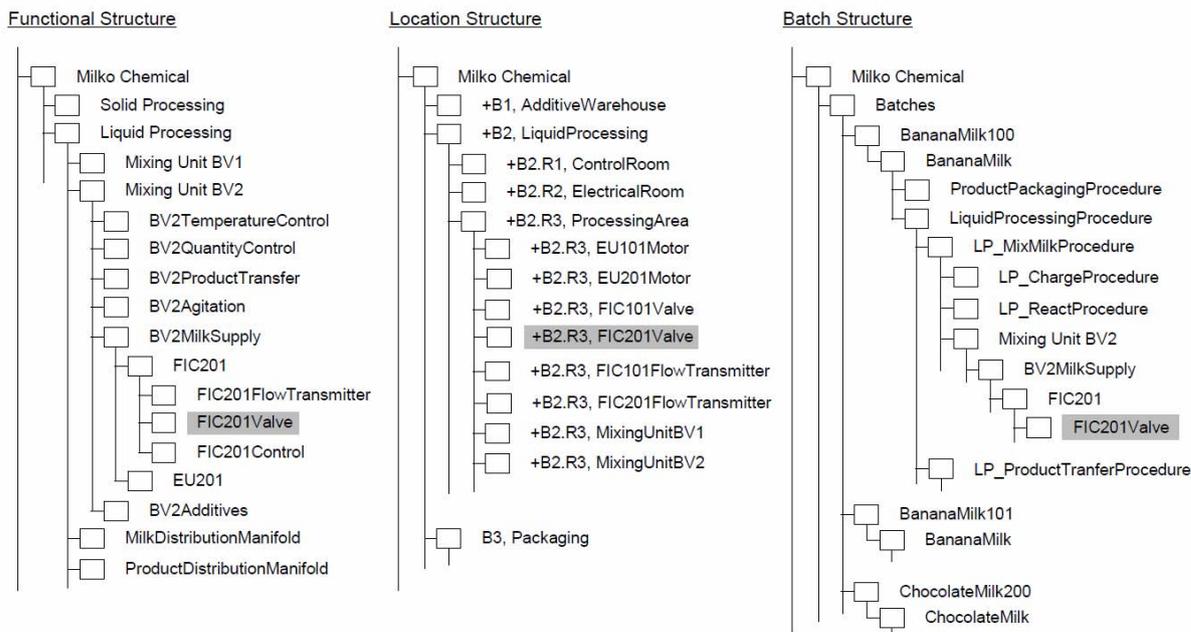


Figura 3. Exemplos de árvores hierárquicas utilizadas em produtos de mercado.⁽⁸⁾

Dado um equipamento, por exemplo, uma bomba no campo, vários *viewpoints* podem ser definidos para distintos propósitos: a representação da bomba através de um ícone cuja cor reflete o estado de funcionamento da bomba é um *viewpoint* usado para representar a bomba em um sinótico, informações de vibração da bomba e temperatura de mancal descreve outro *viewpoint* do interesse de engenheiros mecânicos responsáveis em manutenção baseada em condição. Um *faceplate* no supervísório usado para ligar e desligar a bomba constitui outro *viewpoint* (Figura 4).

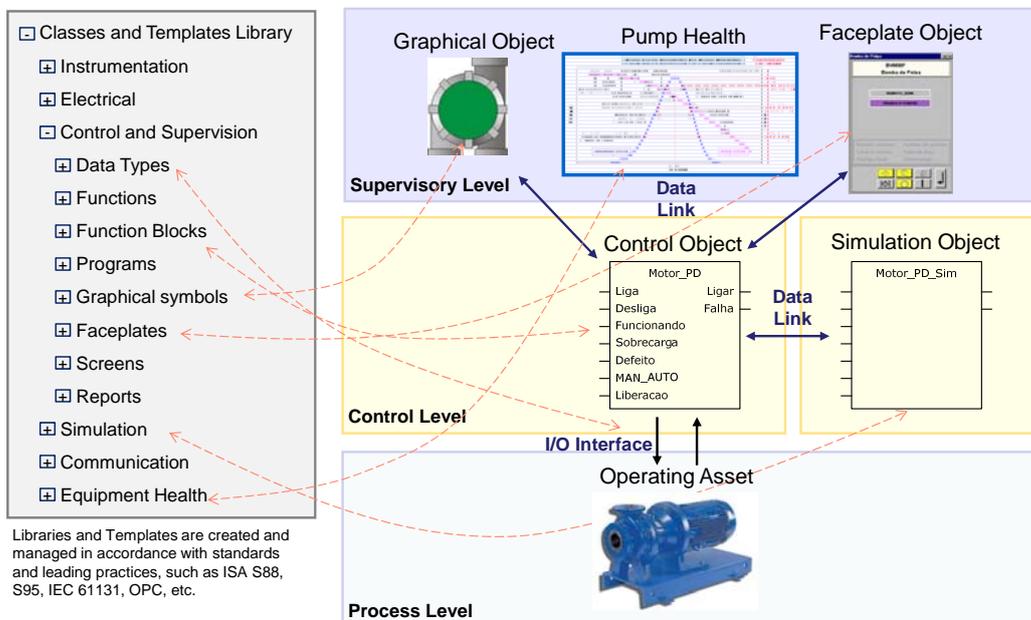


Figura 4. Vários *viewpoints* associados ao objeto bomba.

Uma discussão interessante é onde os novos modelos de informação deveriam ser construídos. Existem iniciativas no mercado onde os modelos de informação têm sido criados no PIMS. Entretanto é óbvio que quanto mais embaixo na hierarquia do

sistema pudermos definir modelos de informação mais completos, melhor, pois toda a hierarquia do sistema será beneficiada pelo acesso a uma única fonte de informações. O OPC UA aparece como uma abordagem moderna para essa implementação, permitindo mapear modelos de informações típicos de instrumentação como o EDDL, FDT e FDI, modelos usados por controladores como no caso do IEC 61131-3, até mesmo esquemas de mais alto nível como os B2MML definidos pelo World Batch Forum para representar todas as estruturas de dados e informações de um sistema MES. Existem hoje dezenas de dialetos criados por organizações na forma de esquemas XML como, por exemplo, o PIDX – Petroleum Industry Data Exchange, PXML para geologia, o CML para químicos, etc. e todos poderiam ser absorvidos pelo OPC UA, que tem se posicionado no mercado com a proposta de ser o padrão de fato para transporte de informações entre todas as camadas dos sistemas industriais.

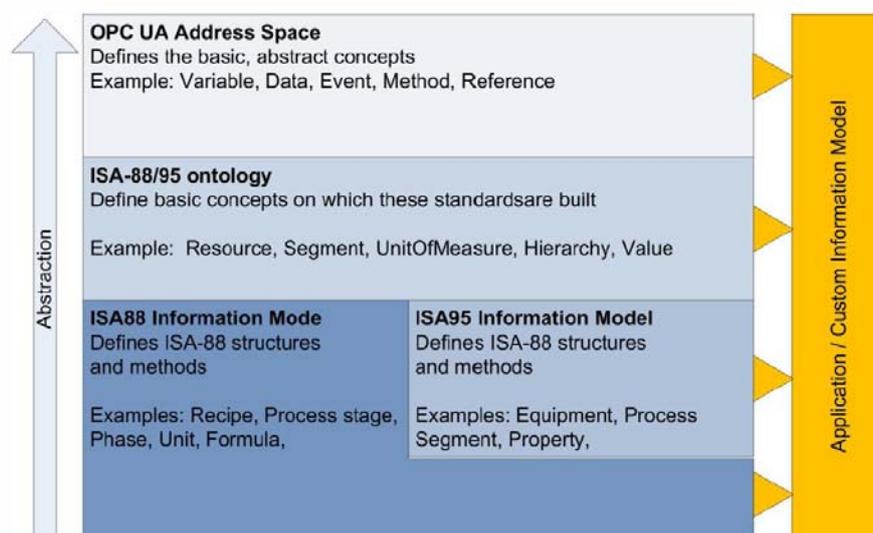


Figura 5. Mapeamento de todos os modelos de comunicação do padrão ISA 95 para OPC UA.⁽⁹⁾

Existe no mercado a discussão sobre o mapeamento para o OPC UA dos modelos de informação entre MES e ERP criados pelo padrão ISA 95. As vantagens seriam muitas. Um cliente OPC UA poderia enxergar uma aplicação MES como um servidor OPC UA. A tecnologia OPC UA tornaria transparente todo o mecanismo de transporte, assegurando desempenho, capacidade de auditoria e segurança ao processo de comunicação. O MES também poderia evocar métodos em outras aplicações como um software de planejamento e seqüenciamento da produção e poderia receber e enviar informações ao LIMS usando um esquema similar. A utilização do padrão OPC UA e dos modelos de informação disponibilizados por outras organizações para estender o modelo básico, nos permite adotar a seguinte abordagem:

- o modelo básico de informações disponibilizado pelo padrão OPC UA serve de estrutura básica para derivação dos modelos de informação estendidos, disponibilizados por organizações internacionais;
- a utilização dos modelos estendidos para cada nível permite que seja estabelecida uma estrutura padronizada para abstração do modelo de informação para as fontes de dados e informações de cada nível, possibilitando uma comunicação transparente e interoperabilidade para integração entre os sistemas dos diferentes níveis de automação;

- o modelo de informação de cada negócio (indústria, processo, gestão, etc.) poderá ser mapeado sobre os modelos estendidos definidos pelas organizações e disponibilizados em cada servidor OPC UA, de forma a garantir que as necessidades de informação do negócio possam ser atendidas através da agregação das informações disponibilizadas pelos modelos básicos e estendidos ou complementadas pela geração de novos dados e informações em cada nível. Ou seja, para cada nível do sistema industrial, as informações disponibilizadas pelos modelos básico e estendido serão agregadas às informações geradas pelo próprio nível ou por outros níveis, através do cascadeamento de servidores OPC UA, de forma a completar o modelo de informação requerido para o negócio; e
- os modelos de informação definidos para o negócio poderão ser implementados nos produtos de mercado através da geração de esquemas XML que permitam que clientes e servidores OPC UA reconheçam as informações que serão tratadas em cada nível.

5 EXEMPLO DE APLICAÇÃO PRÁTICA

Apesar de algumas normas e padrões já estarem disponíveis no mercado há algum tempo, somente agora os primeiros produtos OPC UA estão chegando ao mercado, sendo que alguns ainda não implementam todos os modelos estendidos disponibilizados pelas organizações. Portanto, os principais exemplos práticos estão sendo demonstrados em eventos da comunidade técnica, normalmente implementando apenas parte da abordagem discutida neste trabalho.

Um exemplo bastante interessante consiste na demonstração promovida pela PLCopen e OPC Foundation, que foi apresentada em 2010 na feira Light&Building em Hanover.⁽¹⁰⁾ Nesta demonstração, seis fornecedores de controladores industriais implementaram o servidor OPC UA em seus produtos e outros seis fornecedores de IHMs implementaram o cliente OPC UA em seus produtos. Como os servidores utilizavam o modelo estendido da PLCopen para controladores programáveis, foi possível utilizar a mesma configuração das interfaces gráficas para se conectar a qualquer um dos 6 controladores e vice-versa, sem a necessidade de nenhuma reconfiguração da aplicação e dos dados e informações utilizados, a não ser o redirecionamento da conexão (endereçamento IP, praticamente). Isto foi possível pelo fato do modelo de informação estendido criar uma camada de abstração, onde todas as especificidades da fonte de dados (controlador) foram mapeadas para um modelo padronizado, permitindo que os clientes fizessem um uso padronizado das informações disponibilizadas. Nesta mesma demonstração, um cliente OPC UA do ERP (SAP) também fez acesso às informações disponíveis nos servidores da mesma forma padronizada, evidenciando que a tecnologia permite a integração em todos os níveis. O esforço para integração entre os diversos níveis dos sistemas industriais foi bastante reduzido neste exemplo, devido à reutilização dos objetos desenvolvidos e do conhecimento estruturado no modelo.

6 CONCLUSÕES

A abordagem apresentada considera as modernas técnicas, tecnologias e padrões disponíveis no mercado para modelamento de informações dos sistemas de automação e sua integração entre os diversos níveis hierárquicos. Ainda que alguns dos padrões estejam em fase final de consolidação, a abordagem apresentada já

considera a extensão do potencial para atendimento às necessidades dos sistemas de automação e TI industrial, uma vez que a mesma faz uso de conceitos bem desenvolvidos, mas que somente agora estão sendo viabilizados por soluções apoiadas nas tecnologias de ponta, com destaque para o OPC UA.

O OPC UA se apresenta como uma solução muito aderente, por ser uma implementação robusta, de alto desempenho e que hoje é capaz de transferir semântica ao invés de *tokens*. O OPC UA fornece uma estrutura de modelagem a partir de conceitos abstratos capaz de representar quaisquer arranjos complexos de dados e informações.

Os principais benefícios proporcionados pela abordagem apresentada, apoiada no padrão OPC UA são:

- Criação de uma camada de abstração entre a fonte de dados e os diversos usuários de informação nos diversos níveis dos sistemas industriais
- Padronização do modelo de informação dos sistemas de automação
- Estruturação das informações dentro dos contextos específicos de cada usuário
- Alinhamento do modelo de informação do negócio com os padrões de mercado
- Minimização do custo de integração entre os sistemas industriais
- Aumento da qualidade e exatidão da informação
- Reutilização dos objetos de automação e do conhecimento

A adoção da abordagem proposta requer o devido conhecimento das técnicas, tecnologias e padrões envolvidos, de forma a se obter o máximo de cada benefício proporcionado.

REFERÊNCIAS

- 1 Setzer, V. W; "**Dado, Informação, Conhecimento e Competência**", disponível em <http://www.ime.usp.br/~vwsetzer/dado-info.html>
- 2 Fonseca, M. O; Seixas Filho, C; Bottura Filho, J. A; "**Aplicando a Norma IEC 61131 na Automação de Processos**", ISA América do Sul, 2008, 568p.
- 3 Hollender, M; "**Collaborative Process Automation Systems**", ISA, 2010, 408p.
- 4 Fonseca, M. O; "**Comunicação OPC – Uma abordagem prática**", VI Seminário de Automação de Processos da ABM, 9-10 de outubro de 2002 – Vitória – ES, Brasil.
- 5 Mahnke, W; Leitner, S; Damm, M; "**OPC Unified Architecture**" Springer, 2009, 339p.
- 6 Site da OPC Foundation, visitado em 10/04/2011 - <http://www.opcfoundation.org>
- 7 García, R. G; Gelle, E; "**Applying and Adapting the IEC 61346 Standard to Industrial Automation Applications**", IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol. 2, No 3, August 2006.
- 8 Site da ABB, visitado em 11/12/2010 - <http://www.abb.com>
- 9 Vieille, J; "**An ISA-95 companion standard for OPC UA**", white paper, ISA France, Control Chain Group, 2010.
- 10 Hoppe, S; Damm, Matthias, "**Build efficient Automation Solutions with OPC UA and PLCopen**", Maio de 2010. Demo disponível em <http://www.opcfoundation.org/opcfiles/webinars/ua>.