

# Um Estudo sobre OPC Especificações: Perspectiva e desafios

Mai Filho

Escola de Engenharia de Computação e TI  
Universidade de Ulsan

San-29, Moogu-2 Dong, Namgu, Ulsan 680-749, Coréia  
sonm9285@yahoo.com

Myeong-Jae Yi

Escola de Engenharia de Computação e TI  
Universidade de Ulsan

San-29, Moogu-2 Dong, Namgu, Ulsan 680-749, Coréia  
ymj@mail.ulsan.ac.kr

**Abstract-OPC ( Abertura, Produtividade e Colaboração) padrões divulgados pela Fundação OPC ter fornecido uma solução para integração de sistemas nos últimos anos, especialmente em automação industrial e os sistemas empresariais que suportam a indústria. Porque os padrões OPC baseado por sua vez em cima da indústria de computador, eles garantem padrões de confiabilidade técnica. A série de especificações contidas nos padrões OPC definidos os mecanismos fundamentais e funcionalidade de dados do processo de escrita de leitura e, monitoramento e processamento de eventos e alarmes, e armazenamento de dados históricos. Muitos trabalhos de pesquisa e desenvolvimento propuseram a aplicá-los de forma eficiente na situação real. Neste artigo, nós não só irá dar aos leitores uma visão geral das especificações OPC mas também tentar indicar situação atual e declaração do problema da tecnologia OPC. Depois,**

Chilingargyan e Eppler [4], Jia e Li [5], Usami et al. [6], etc.

A OPC Foundation, responsável pelo desenvolvimento de OPC Especificações, decidiu redesenhar os principais componentes OPC e tecnologias com modem, fornecedor soluções independentes. A nova especificação chamado OPC Unified Architecture (UA) está sendo desenvolvido e marcou um avanço óbvio para trazer a tecnologia baseada na Internet em ambiente industrial [7]. OPC UA usado a abordagem de codificação de dados binários para garantir alto desempenho e XML, Web Services e Service-Oriented Architecture (SOA) como mecanismo de comunicação [8, 9]. No entanto, uma das maiores barreiras para alcançar o sucesso do OPC UA é a implementação bastante difícil. A Fundação OPC tem tomado muitas medidas para garantir que a aplicação da norma seria relativamente simples e fácil processo.

Palavras-chave: OPC; sistema de integração; OPC Unified Architecture (OPC UA)

Este artigo faz um esforço para fornecer uma visão geral dos padrões OPC antes de indicar a declaração do problema atual de tais normas. A abordagem baseada em SOA e nova especificação OPC UA é proposta como uma solução integrativa entre os sistemas da empresa e as atividades do chão de fábrica.

EU. INTRODUÇÃO

A demanda de componentes de software reutilizáveis aumentou significativamente no campo industrial, acelerando o trabalho de pesquisa e desenvolvimento. Os dois desafios principais são que como padronizar interfaces entre componentes e como resolver a dificuldade de integração entre os diversos componentes e sistemas [1].

Para lidar com estes problemas de tecnologia, OPC, o presente significado é abertura, a produtividade ea colaboração, foi desenvolvido como um middleware de integração de dados para a troca de dados entre dispositivos de campo, sistemas de controle e outras aplicações. tecnologia OPC baseado em DC OM não só funciona eficazmente no Windows, mas também pode ser aproveitado com XML para operar em plataformas não-Windows (OPC XML DA Specification) [2]. Recentemente, mais de 600 produtos foram baseadas nas especificações OPC.

Ao lado de suas vantagens, OPC ainda tinha algumas questões que precisam ser considerados: (i) a não compatibilidade com autenticação de firewall através da internet; (ii) o fraco desempenho dos XML Web Services em diferentes plataformas. Algumas abordagens têm sido feitos no desenvolvimento de métodos de concepção ou diretrizes para superar a limitação de padrão OPC. No entanto, estas abordagens actuais apenas têm resultado em aplicações específicas de capacidade ou de pequena escala como estudado por Eppler et al.

[3],

Este artigo está organizado da seguinte forma: As duas próximas seções fornecem uma visão geral da tecnologia OPC com as suas especificações. Na Seção 4, a situação e as problemáticas atuais declarações das normas OPC são apresentados. Depois disso uma discussão será proposto na Seção 5. Finalmente, a conclusão dos trabalhos está escrito na Seção 6.

## II. OPC VISÃO GLOBAL

OPC surgiu como o padrão industrial em todo o mundo com base em Distributed Component Object Model da Microsoft (DCOM) nos últimos anos. O padrão é não só capaz de conectividade entre os componentes de automação com hardware e controle de dispositivos de campo, mas também fornece a interoperabilidade dos produtos do Office e sistema de informação sobre o nível da empresa, tais como Enterprise Resource Planning (ERP) e Manufacturing Execution System (MES). Um exemplo de a diferença entre convencional arquitetura de comunicação e arquitetura de comunicação com base no padrão OPC é ilustrado na Fig.1 e Fig.2.

No primeiro caso, cada aplicação tem de instalar um driver para cada dispositivo, a fim de ser capaz de comunicar uns com os outros. O número de dispositivos diferentes aumenta, conduzindo à multiplicidade de condutores ligados. Para ultrapassar esta limitação, a tecnologia OPC suportado um mecanismo padrão para as comunicações entre as várias fontes de dados, dispositivos no chão da fábrica, ou uma base de dados numa sala de controlo.

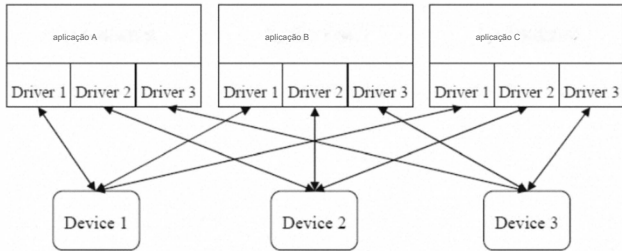


Figura 1. Arquitectura de comunicação convencional

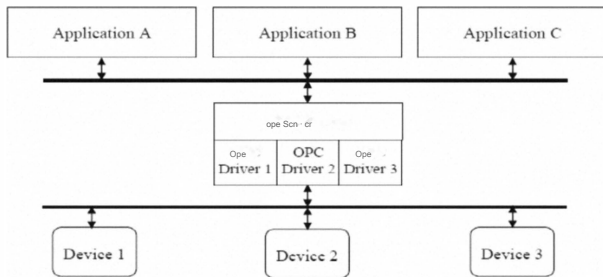


Figura arquitetura 2. Comunicação com base no padrão OPC

Baseado na arquitetura cliente-servidor, servidor OPC fornece uma interface padrão para os objetos OPC COM, que permitem a troca de dados aplicações cliente OPC, bem como comandos de controle de uma forma genérica. aplicações cliente OPC pode se conectar com um ou mais servidores OPC de diferentes fornecedores.

### III. OPC ESPECIFICAÇÕES

OPC é uma série de especificações, criado através da colaboração de um número dos principais fornecedores de hardware e software de automação de todo o mundo, defmed como conjuntos de objetos padrão, métodos, e de acordo com diferentes exigências dentro aplicações industriais. A especificação OPC inicial (versão 1.0) foi lançado em 1996.

Estas interfaces permitem a troca de dados altamente eficiente entre componentes de diferentes fabricantes de software. Esta seção irá descrever brevemente uma visão geral dos quatro principais especificações:

- OPC Data Access (DA) Especificação
- OPC XML-DA Especificação
- OPC histórico de Acesso a Dados (HDA) Especificação
- OPC Alarme e Evento (A & E) e Batch.

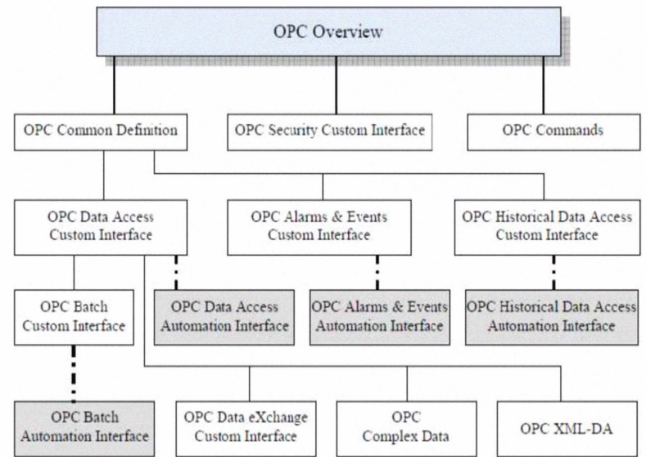


Figura 3. Visão de OPC Standards

#### A. OPC de acesso de dados (DA) Especificação

Esta norma OPC defmes um conjunto de objetos padrão COM, métodos e propriedades entre cliente e servidor para leitura, escrita e monitorar as variáveis que contêm dados de processo atuais. Ele tem a intenção de padronizar o mecanismo para comunicar uma numerosa de fontes de dados, sejam eles de hardware de E / S dispositivos no chão de fábrica ou bancos de dados em salas de controle.

Todas as diferentes fontes de dados, por exemplo, sensores de temperatura, e pias de dados, por exemplo, os controladores são organizados e disponibilizado pela estrutura espaço de nomes de um servidor [1]. Além disso, DA Server oferece métodos para navegar pela hierarquia OPC objeto.

Na primeira etapa, um cliente OPC precisa estabelecer uma conexão com um **servidor através da criação OPCServer objeto que é o objecto de nível superior da hierarquia**. Os clientes OPC pode acessar os dados em um ou mais servidores OPC de diferentes fornecedores, se os dados são provenientes de uma OPC ligado a um PLC (progr amm

O sistema de controlo capaz de Lógica); industrial redes como Founda NÃO Fieldbus, Profibus, DeviceNet ou; SCADA (Supervisory, de controlo, e dados sistema de aquisição), e assim por diante.

O próximo passo, os grupos de clientes os itens OPC com configurações **idênticas, tais como tempo de atualização em uma OPCGroup objeto**. Finalmente, na aplicação real, vários valores são lidos e escritos ao mesmo tempo, por isso é mais **eficiente para gerenciar várias OPCItem objetos com uma única chamada através de métodos fornecidos pela OPCGroup objeto**.

Os mecanismos de comunicação são utilizados para troca de dados entre um **cliente OPC e servidor, como calis síncrono, calis assíncrona, atualizar, e inscrição**. Com a leitura síncrona, por exemplo, o cliente tem que esperar para o valor de retorno depois de chamar o método, enquanto o cliente com a chamada assíncrona vai **começar imediatamente feedback**. A atualização e assinatura são mecanismo de **retorno de chamada usado para acessar conjuntos predefined de pontos de dados no chão de fábrica**.

OPC Data Access, o fundamental especificação, é implementado em 99% dos produtos que utilizam a tecnologia OPC hoje [8]

## B. OPC XML-DA Especificação

OPC XML-DA foi definida como um esforço para resolver os principais problemas de OPC COM DA:

- OPC COM DA, com base em COM / DCOM, só foi implementado com sucesso em plataforma Windows, mas em um ambiente heterogêneo, os computadores podem não ser todos esperados para implementar os modelos de objeto correspondentes.
- OPC COM DA definido mecanismo de retorno de chamada. Esta ligação entre clientes e servidores não existia porque HTTP é um protocolo sem estado

OPC XML-DA definido como especificação independente a fim de garantir uma melhor interoperabilidade com plataformas não-Windows e acesso à Internet mais flexível. É substituído tecnologias HTTP / SOAP e Serviços Web para COM classic / DCOM. O conjunto de métodos que utilizam para a troca de dados foi reduzido mínimo com apenas oito serviços e tornado adequado para o ambiente sem estado. No entanto, a transmissão XML entre clientes e servidores é menos eficiente do que a transmissão de dados binários com DCOM.

## c. OPC histórico de Acesso a Dados (HDA) Especificação

Muitas decisões de plantas são baseados em dados históricos: previsão de falhas, previsão deriva, análise de causa raiz, e vestir-lágrima, etc. Com relação aos dados históricos, OPC HDA Servers permitem aos clientes acessar dois tipos básicos de dados: (i) os dados brutos, o que significa que os dados históricos armazenados e (ii) os dados agregados, o que significa que os dados extraídos a partir dos dados brutos [1]. Dependendo implementação diferente, Servidores OPC HDA são divididos em dois tipos.

- servidores de dados tendência simples que só implementar algumas interfaces opcionais e acesso a dados brutos
- servidores de compressão de dados e análise de complexos que permitem o processamento de dados, tais como análise de dados, por exemplo, o valor médio, valor mínimo e um valor máximo, regeneração de dados, de adição de anotações, e de leitura histórias de alterações de dados

OPC HDA defmed namespace contém todos os dados históricos, aos quais o acesso é fornecido pelo servidor e hierarquia de objetos também. Ao contrário do DA Server, não há objetos comparáveis ao OPCGroup e OPCItem objetos. O cliente aborda diretamente itens de dados por meio da alça sem criar objetos para esta finalidade no servidor.

## D. OPC Alarmes e Eventos (A & E) Especificação

Esta norma fornece uma interface flexível para alarmes e eventos notificações sobre a demanda (em contraste com o fluxo contínuo de dados de OPC Data Access). Estas notificações incluem alarmes de processo, as ações do operador, mensagem informativa e mensagens de rastreamento / auditoria [11]. Antes processo de transmissão

alarmes e eventos, cliente e servidor OPC A & E preciso estabelecer uma conexão através da criação de um OPCEventServer objeto. A OPCEventSupcription será gerada para receber a mensagem de evento na próxima etapa. A quantidade de eventos de retorno pode ser reduzida, definindo certos critérios de filtro, por exemplo, filtro por tipos de evento, por prioridade, ou por fonte de evento.

O servidor OPC AE pode ser implementado como um componente individual que obtém as informações diretamente dos dispositivos físicos e aplicativos ou de um componente juntamente com OPC DA Servidor

## E. Especificação de lote OPC

Ao contrário dos dados de especificação de acesso, alarmes e eventos, e histórico de acesso a dados, a especificação do lote OPC não define qualquer completamente novo programming interface entre um cliente e um servidor. É defines complementar com a Especificação de acesso a dados para o caso de processamento por lotes [1]. Ao executar um processo de banho, dados de receita são enviados e os dados do relatório são recebidos, respectivamente. As soluções estão em causa para a visualização, a geração de relatórios, controle de processos e dispositivos de execução de sequências de controle e gerar dados de relatório.

Em princípio, os servidores em lote OPC permitem aos clientes acessar informações de lote. A norma IEC distingue quatro tipos de informações em lote que permitem aos clientes acessar tais como capacidades de equipamentos, condições operacionais atuais, conteúdos históricos e conteúdo da receita.

## IV. T O PROBLEMA DE DECLARAÇÃO OPC TECNOLOGIA

### A. COMIDCOM

Especificações quase OPC são baseados na tecnologia COM / DCOM disponibilizados pela Microsoft e defmed transparente mecanismo de interacção entre distribuído componentes, incluindo objectos de dados e objectos de aplicação. A vantagem dessa abordagem foi a redução do trabalho de especificação, a visão estratégica que conduz ao sucesso OPC. Infelizmente, a tecnologia OPC clássico herdado algumas limitações de tal tecnologia do Microsoft que é difícil, se não for possível, para resolver: (i) COM só é suportado em plataformas Windows, não é fácil à febre aftosa uma implementação COM confiáveis sobre não-Windows plataformas; (ii) DCOM pode ser usado para as aplicações através da Internet, mas problemas de autenticação firewall não são fáceis de configurar; (lii) a troca de dados entre dispositivos no chão de fábrica e o aplicativo empresarial, tais como MES e ERP é uma questão que tem de ser resolvido.

### Web Services B. XML

XML Web Services fornecem uma solução viável para permitir que dados e sistema de interoperabilidade. XML Web Services usar mensagens baseado em XML como um meio fundamental de comunicação de dados para criar a ponte entre diferentes sistemas e linguagens de programação. OPC XML-DA, desenvolvido com base em XML Web Services, é uma melhor maneira de trocar dados atravessar plataforma. Mas devido ao seu alto consumo de recursos e o desempenho limitado do grande tamanho de mensagens XML, foi

não tão bem sucedido quanto o esperado para este tipo de aplicação. No entanto, os dados binários que codificam abordagem pode ser usada para serviços XML da Web para melhorar o desempenho [12, 13].

### c. OPC Unified Architecture (UA) Padrão

OPC-UA (OPC Unified Architecture) estende-se a bem sucedida do protocolo de comunicação OPC, utilizado em integração horizontal onde informação é transferidos entre sistema de automação e no vertical integração entre diferentes camadas de automação de fábrica [7].

#### 1) Information Modeling

Os componentes fundamentais do OPC UA são mecanismos de transporte otimizados para diferentes casos de uso e modelagem de dados melhorados a partir do clássico OPC. Modelagem de informações é uma questão importante, a fim de projetar e desenvolver aplicações de sistemas de informação. OPC UA oferece possibilidades mais poderosos expondo a semântica dos dados fornecidos. Abrange todas as características de sucesso conhecidos clássico OPC e expondo muito mais semântica que permitem que os clientes para processar tarefas altamente sofisticados.

Classical OPC tem bastante um modelo de dados simples; cada especificação lida com um aspecto diferente dos dados. Com OPC UA, todos os dados são tratados de forma padrão. Essa abordagem reduz o tempo eo custo de desenvolvimento de aplicações. Um modelo de objeto unificado para três tipos de dados pode ser descrito da seguinte forma: (i) os dados atuais e históricos podem ser armazenados em variáveis; (ii) os comandos para controlar dispositivos com as plantas de processo pode ser considerado como serviços método para execução; (iii) a ocorrência de um evento de alarme ou de dispositivos de hardware pode ser considerado como um serviço de eventos

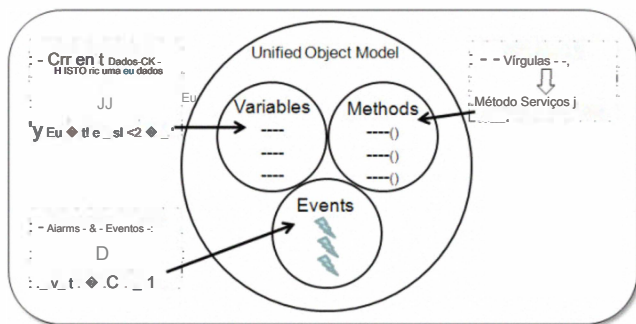


Figura 4. modelo de objeto unificado para dados atuais, dados históricos, alarmes e eventos e comandos

#### 2) múltiplas plataformas

tecnologia OPC clássico foi desenvolvido com base na tecnologia COMIDCOM funcionando de forma eficiente no Windows, mas não outros sistemas operacionais. Para resolver esse problema, OPC UA apoiar a capacidade de plataforma múltipla, levando ao fato de que as aplicações possam desenvolvido na plataforma não-Windows, como Linux e dispositivos embarcados [14].

#### 3) Acesso à internet

OPC UA usa Web Services em vez de DCOM para o transporte de dados. Consequentemente, OPC UA herdou muitos

vantagens de Web Services, especialmente a comunicação firewall-friendly entre redes e independência de sistemas operacionais específicos

#### 4) as estruturas de dados complexos

As especificações existentes só oferecem uma organização hierárquica simples de tempo, enquanto OPC UA oferece Meta modelos de informação que pode ser facilmente estendido. Um vendedor, por exemplo, pode utilizar modelos de base e estendê-los com fornecedor informações específicas sobre os seus dispositivos ou integrar dispositivos de terceiros de forma fácil e sem problemas

#### 5) mecanismo de segurança

Ao contrário de OPC clássica dependia segurança da COM / DOM, OPC UA fornece um modelo de segurança flexível, que permite que as aplicações OPC UA ser corre em diferentes níveis na pirâmide de automação e ao mesmo tempo satisfazer o requisito de segurança para cada ambiente [8].

#### 6) Alta performance

Para garantir alto desempenho, os serviços da web UA binários estão sendo planejadas para anexar as mensagens UA codificados em UA binário a uma mensagem SOAP que aumenta consideravelmente a velocidade e eficiência em comparação com a codificação XMLtext.

### V. DISCUSSÃO

#### 1) Tecnologia OPC-UA Nova Integração

A limitação das especificações OPC clássicos levou ao novo padrão potencial para comunicação de dados na automação de processos, OPC Unified Architecture (OPC UA). O padrão OPC UA pretende permitir a interoperabilidade empresarial e esperar para resolver os problemas de câmbio complexas entre plataformas. Além disso, OPC UA Software Development Kit (SDK) foi apresentado como um esforço para reduzir o tempo de desenvolvimento e facilitar a interoperabilidade mais rápido para uma aplicação OPC UA mas ainda é versão incompleta. Além disso, o

.NET, ANSI C, e implementação Java estão sendo desenvolvidos e mantidos pela Fundação OPC

#### 2) Caminho de migração

Para garantir uma maneira fácil de migrar de uma infraestrutura de aplicativos OPCIDCOM com base em um novo baseado OPC UA / SOA, os componentes de mensagens publicitárias e de proxy OPC UA são desenvolvidos.

OPC UA envoltórios são usados para permitir que os clientes UA OPC para acessar servidores OPC clássicas usando uma interface cliente OPC COM. Ele mapeia pedido OPC UA para chamadas COM e valores de retorno COM correspondente a correspondentes respostas OPC UA. No contrário, proxies OPC UA usar interface do servidor COM para mapear chamadas COM aos pedidos OPC UA e respostas OPC UA para valores de retorno COM correspondente.

Apesar dos benefícios, muitas inovações e vantagens da tecnologia OPC UA são perdidos, como o acesso uniforme para processar dados, dados históricos e alarmes no espaço de endereço de um servidor, programas, informações de tipo e tipos de dados estruturados

### 3) Perfil de dispositivos para o serviço Web

O OPC UA endereços padrão de comunicação entre os dispositivos e sistemas de alto nível ao invés de comunicação peer-to-peer entre dispositivos. Assim sendo, Dispositivos Perfil de Web Services (DPWS) foi definida como a solução auxiliar SOA paradigma na interconexão de dispositivos e torná-los disponíveis para os sistemas de TI [10]. A integração de dispositivos de campo nos sistemas de business-lo através da abordagem SOA eo OPC UA é uma abordagem promissora no futuro

O DPWS inclui WS-Discovery para descoberta de dispositivo plug-and-play e WS-Eventing para publicação-assinatura de notificação de eventos assíncrona.

### 4) Novo desafios

OPC UA está fazendo novos desafios aos pesquisadores como (i) novo conceito de integração de dispositivos, (ii) novos cenários como Asset Management and Manufacturing Execution System (MES), e (iii) a concepção e implementação deste novo padrão para aplicações em sistemas de automação [15].

## VI. CONCLUSÃO

Este trabalho deu-lhe uma breve visão geral da tecnologia OPC com algumas especificações cruciais. Embora a tecnologia OPC com recursos de plug-and-play ganhou algumas vantagens incluindo os custos de treinamento reduzidos, personalizadas custo de desenvolvimento, e custo de manutenção de longo prazo, a ligação a COMIDCOM provocada várias desvantagens, tais como:

- A dependência do sistema operacional Windows;
- Os problemas frequentes na configuração de DCOM;
- O desempenho dessas abordagens limitados usando representação de dados textuais XML puro.

Portanto, OPC arquitetura unificada foi lançado como um novo padrão superar os desafios da tecnologia OPC tradicional.

Desde sistemas industriais precisam ser independente de quaisquer sistemas operacionais e plataformas, OPC UA com a combinação de tecnologias de paradigma e web SOA vai passo a passo substituir o aplicativo OPC baseado na tecnologia OM DC e tornar-se uma boa escolha para o desenvolvimento de web-enabled industrial

automação e manufatura sistema de software, bem como para a integração empresarial.

## AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi apoiado em parte pelo Ministério coreano da Economia do Conhecimento e Ulsan Metropolitan City através do Automation Research Center baseada em rede (NARC) da Universidade de Ulsan e pela Fundação Nacional de Pesquisa da Coreia (NRF) de subvenção financiada pelo Governo coreano (MEST) (NCR-2009-0076248).

## REFERÊNCIAS

- [E SE. Iwanitz, J. Lange, "OPC Fundamentals, Impementation, e Aplicação "3ª ed., Huthig Verlag Heidelberg, 2006 [2] Q. Jiaxin," Research aplicação na Empresa Integrated Automation
- Baseado em OPC & OPC-XML", Proceedings of the IEEE Conferência Internacional sobre Automação e Logistiecs, agosto de 2009, pp. 747-751**
- [3] J. Boyer, M. Hughes, J. Reagle, "XML Signature XPath Filter", Version 2.0, 2002. <http://www.w3.org/TR/2002/REC-xmlsig-filter2-20021108/>
- [4] S. Bandini, A. Mosca, M. Palmonari, F. Sartori, "A Conceptual Framework de Monitoramento e Controle Development System", PRMS 2004.LNCS, vol. 3272, pp. 111-124, Springer, Heidelberg (2004)
- [5] S. Chilingaryan, W. Eppler, "Protocolo de alta velocidade de troca de dados para Modem Distributed Data Acquisition Os sistemas baseados no OPC XML DA", Proceedings do 14º IEEE-NPSS em tempo real Conference, pp. 352-356
- [6] ME Frayad, DC Schmidt, RE Johnson, "construir aplicação Frameworks: Object-Oriented Foundation of Design Framework", Wiley & Sons, Chichester (1999)
- [7] LMS de Sourza, P. Spiess, D. Guignard, M. Kaohler, S. Kamouskos, D. Savio, "Um serviço web baseado Infrastructure Shop Floor Integração", lote 2008.LNCS, col. 4952, pp. 50-67, Springer, Heidelberg (2008) [8] W. Mahne, o SOH. Leitner, M. Damm, "OPC Unified Architecture", Springer de 2009
- [9] A Fundação OPC, OPC Unified Architecture Especificações: **Peças 1-11, Versão 1.x (2008)**
- [10] E. Zeeb, A. Bobek, H. Bohn, F. Golatowski, "orientada para serviços Arquiteturas para sistemas embarcados Usando dispositivos Perfil de Web Services", procedendo da Conferência Internacional de 2007 21 de Networking Informações avançadas e Aplicação Workshops, pp. 956-963
- [11] P. Bhatt, RP Baldevia, "Integrar IEDS com OPC Tecnologia", Proceedings of 2006.PS '06 sobre Sistemas de Potência Conferência: Medição Avançada, Proteção, Controle, Comunicação e recursos distribuídos, pp 391-407
- [12] W. Eppler, A. Beglarian, S. Chiligarian, S. Kelly, V. Hartmann, H. Gemmeke, "Aspectos do sistema Novos Controle para Experimentos Físicos", IEEE Transactions on Nuclear Science 51 (3), 2004, pp. 482-488 [13] S. Chilingaryan, W. Eppler, "Protocolo de alta velocidade de troca de dados para Modem Distribuída Sistemas de Aquisição de Dados Baseado em OPC XML DA", Proceedings do 14º IEEE-NPSS em tempo real Conference de 2005, pp. 352-356
- [14] H. Lu, Z. Van, "Pesquisa sobre tecnologia-chave do espaço de endereço para OPC UA Servidor "Proceedings de 2010 2ª Conferência Internacional sobre Computer Advanced Control (ICACC), março de 2010, pp. 278-281 [15] VV Tan, D.-S. Yoo, M.-J. Vi," Integração de Dispositivos abordagem para OPC UA-Baseado Processo Sistemas de Automação com FDT/DTM e EDDL", ICIC 2009, LNAI 5755, pp. 1001-1012