



20 A 24 DE MAIO DE 2018 SALVADOR – BA – BRASIL

PLATAFORMA MODULAR ORIENTADA A SERVIÇOS PARA INTEGRAÇÃO DE DISPOSITIVOS EM UM AMBIENTE DA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL.

Mariane Dourado Correia¹, marianedcorreia@gmail.com

Tiago de Oliveira Silva², tiagoo.ts@gmail.com

Herman Augusto Lepkison³, [hlepickson@gmail.com](mailto:hlepikson@gmail.com)

¹² Universidade Federal da Bahia-UFBA, BA, Brasil

³ Campus Integrado de Manufatura e Tecnologia SENAI CIMATEC, BA, Brasil

Resumo:

O trabalho tem como proposta uma plataforma modular baseada em uma arquitetura orientada a serviços, utiliza como padrão de comunicação OPC UA entre os servidores e clientes de uma rede de comunicação industrial. Os dados do processo são tratados pelos controladores industriais, no qual se faz o controle e as informações são disponibilizadas para os usuários através de uma interface para o gerenciamento, monitoramento e ajustes dos sets points das variáveis da planta de processos industriais. O objetivo deste trabalho é desenvolver uma arquitetura modular orientada a serviços padronizada, interoperável de forma a disponibilizar os dados na rede, convergindo com a fábrica do futuro, a Indústria 4.0. O estudo de caso será uma planta de processos do Laboratório de automação Industrial (LAI) localizada na Universidade Federal da Bahia (UFBA), pois esta possui uma estrutura apta para desenvolvimento de pesquisas e a possibilidade de validar teorias existentes sobre controle, automação e instrumentação.

Palavras Chaves: Arquitetura Orientada a Serviços- SOA, Modular, Automação industrial, OPC UA.

1.0 INTRODUÇÃO

Com o aumento da produtividade, avanço exponencial da capacidade dos computadores, uma imensa quantidade de informações e novas estratégias de inovação estão mudando o cenário industrial. Novos conceitos e demandas na área da manufatura avançada trazem tendências tecnológicas nessa direção. Neste cenário de mudanças é necessário que as pequenas e grandes empresas atualizem os seus sistemas e aproximem seus colaboradores da realidade que se vivencia atualmente, que é a Quarta Revolução Industrial, ou Indústria 4.0.

O termo Indústria 4.0 (MacKenzie, 2016) traz uma nova perspectiva para o domínio industrial, onde a fábrica terá um maior poder computacional, os sistemas ciberfísicos processarão algoritmos inteligentes para tornar os sistemas flexíveis e terão a capacidade de tomar ações para atender diferentes clientes. Para que tais ações possam ser executadas, é necessária que a indústria siga os princípios básicos da nova revolução. Os princípios básicos que permitem a criação de sistemas e aplicações deste novo contexto da indústria são: Capacidade em tempo real, Orientação a Serviço, Modularidade, Descentralização, Interoperabilidade e Virtualização (Hermann et al., 2016).

A Internet das Coisas, em inglês, *Internet of Things* (IoT) também contribui nessa direção. Esse novo paradigma tecnológico sugere uma rede global que conecta máquinas e dispositivos capazes de se comunicarem entre si (Ikram et al., 2015). Uma realidade tipicamente distribuída que precisa ser pensada dentro de uma lógica que permita a comunicação, à flexibilidade e uma dose de autonomia aos sistemas de produção industriais.

Segundo Azevedo e Almeida(2011), a troca de dados e informações entre diferentes dispositivos e partes em tempo real é o elemento chave das fábricas inteligentes; tais dados podem representar o status da produção, o comportamento do consumo de energia, os movimentos de materiais, pedidos de clientes e *feedback*, dados de fornecedores, etc.

Seguindo as especificações da Indústria 4.0, a fábrica é composta por diferentes sistemas, como dispositivos mecâtrônicos, sistemas de gestão e controle da produção, e estes devem ser digitalizados e conectados para haver uma comunicação e troca de dados/informação do ciclo de produção. Dentro deste domínio, os diversos sistemas possuem inúmeras propriedades individuais (por exemplo, interfaces, formatos de dados), expondo assim um grau de complexidade estrutural e funcional que, por vezes, torna difícil ou impossível à conexão dos componentes digitalizados.

Esses motivos criaram novos requisitos para o desenvolvimento de tecnologias de forma a solucionar os problemas que ocorrem na integração de sistemas. A utilização de tecnologias elaboradas seguindo um modelo de desenvolvimento

com padrões abertos permitem a integração entre equipamentos e sistemas de fabricantes diferentes. Com isso, tem-se uma diminuição no uso de soluções proprietárias e vantagens em criar soluções mais flexíveis, modulares, interoperáveis e de fácil e rápida adaptação nos processos produtivos.

O presente trabalho apresenta uma plataforma modular orientada a serviços com capacidade de integração dos dispositivos em um ambiente da automação industrial, disponibilizando as informações na rede através de uma aplicação *web*. A contribuição deste trabalho é trazer uma discussão referente aos sistemas legados para o cenário da revolução industrial, e de que forma implementar e integrar a plataforma baseadas nos conceitos e funcionalidade da indústria 4.0. A Seção II, apresenta os conceitos de SOA, sua importância e as ferramentas para a implementação dos conceitos. Na seção III, é descrita a plataforma e como utiliza-la. Na seção IV, é validada a plataforma através de um estudo de caso. E por fim na seção V, são apresentadas as conclusões do artigo.

2.0 ARQUITETURA ORIENTADA A SERVIÇOS

A utilização de uma arquitetura de software que permita construir aplicações que sejam disponibilizadas e utilizadas como serviços aliadas aos conceitos de IoS (Internet dos serviços, do inglês *Internet of Services*). Em resumo, este princípio tem por objetivo criar uma arquitetura que permita que outros equipamentos/sistemas da rede acessem e utilizem as funções disponíveis, com isto ocorre à integração entre as diferentes camadas de softwares de um mesmo ambiente.

Na indústria atual, quem ainda não se adaptou ao modelo da quarta revolução, provavelmente utiliza uma estrutura de automação hierarquizada (Groover, 2011). Isto implica que a criação de aplicações e o método como as informações são transmitidas entre os diferentes níveis da automação, utilizem padrões de desenvolvimento que não permitem a modularização de sistemas. Tal impedimento, por promover um alto acoplamento entre os setores, tende a dificultar o acontecimento de mudanças pontuais, coibindo a flexibilização dos processos. Por este motivo Moraes(2017), afirma que é necessário quebrar a tradicional estrutura hierárquica da automação atual e prover novas arquiteturas que possam incluir as novas tecnologias de comunicação do setor industrial. A arquitetura orientada a serviços (SOA), como descrito por Delsing et al.(2012), se mostra como uma abordagem plausível para a criação ambientes de reestruturação, por ser capaz de utilizar tecnologias que interliguem os diferentes sistemas industriais.

O modelo SOA é um arquétipo para criar serviços em um sistema (Erl, 2008). De acordo com Eliasson et al.(2013), o SOA é uma abordagem utilizada para desenvolver e gerenciar sistemas de maneira distribuída, cujas funções são separadas em blocos autônomos definidos como serviços. Neste contexto, serviço é uma unidade de *software* embarcado que tem uma lógica de controle ou de funções que respondem a solicitações específicas.

O SOA funciona baseado na oferta, busca e uso de serviços na rede. Segundo Mendes et al.(2008), esta arquitetura fornece uma plataforma de comunicação que permite a compatibilidade em sistemas heterogêneos, utilizando o princípio do baixo acoplamento com a interoperabilidade dos serviços. Como mecanismos para criação de ambientes que utilizem os princípios de SOA, as tecnologias *web service* e OPC UA são selecionadas para o desenvolvimento do trabalho. O uso dessas tecnologias se justifica por serem formas de implementação do SOA, capazes de integrar dispositivos de automação legados a novos sistemas, e também de superar a heterogeneidade de hardwares e softwares que coexistem no ambiente industrial.

A tecnologia *web service* são sistemas utilizados para a integração e comunicação de diferentes aplicações, seu surgimento foi devido á necessidade de uma comunicação interoperável entre sistemas modulares e distribuídos. No tocante a *web service*, a W3C (*World Wide Web Consortium*) descreve e desenvolve as características que tais sistemas necessitam para a manter a sua funcionalidade e comportamento, frente ao ambiente heterogêneo que estes estão inseridos. A W3C também garante a neutralidade de fornecedor, ou seja, diferentes fornecedores podem desenvolver e garantir o funcionamento de seus próprios sistemas *web*, desde que respeitem os elementos que descrevem fundamentais da arquitetura (Booth et al., 2004).

Devido a novas características e aos novos desafios que surgiram com a introdução do SOA nos sistemas de fabricação, a OPC Foundation, juntamente com a Comissão Internacional de Eletrotécnica (IEC – *International Electrotechnical Commission*), teve a necessidade de desenvolver um novo padrão de comunicação, que fosse de código aberto (*Open Source*) e com arquitetura unificada e orientada a serviço denominada *Open Platform Communication Unified Architecture* (OPC UA). Desde o início de seu desenvolvimento, o novo padrão OPC UA foi desenvolvido com o intuito de se tornar uma norma, posteriormente denominada IEC62541. Recentemente o antigo padrão OPC foi rebatizado de OPC Clássico (Foundation, 2016; Mahnke et al., 2009; Schwarz e Borcsok, 2013) .

O padrão OPC UA diferencia-se do OPC Clássico principalmente pela presença dos seguintes requisitos (Mahnke et al., 2009): acesso aos dados unificado, melhores recursos de segurança como autenticação, criptografia e auditoria; múltiplas plataformas, ou seja, o OPC UA pode ser desenvolvido para qualquer sistema operacional e em sistemas

embarcados; e suporte a estruturas de dados complexos: modelagem avançada das informações e inserção de dados mais complexos.

3.0 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL (OU PROCEDIMENTO COMPUTACIONAL)

A proposta da plataforma modular orientada a serviços para integração no domínio da automação é apresentada na Figura 1, onde é ilustrada com um formalismo com alto poder de abstração e realizando etapas de conversão bem definidas. Esta metodologia é constituída em algumas etapas:

- Mapeamento das variáveis do processo;
- Desenvolvimento do modelo de dados unificado e desenvolvimento do espaço de endereçamento do servidor OPC UA e configuração das tags no servidor UA;
- Desenvolvimento da aplicação *web*;
- Configuração dos clientes com a aplicação *web* para gerenciamento do processo, visualização das variáveis e comandos do sistema;
- Desenvolvimento de uma interface para gerenciamento do processo.

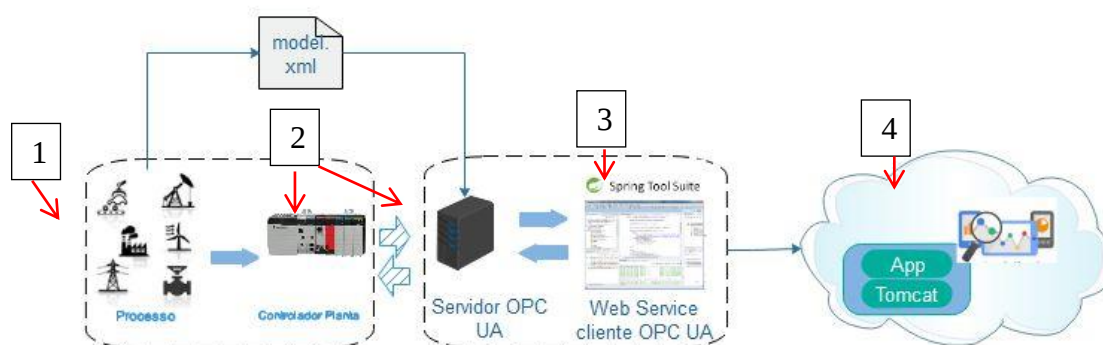


Figura 1: Plataforma modular orientada a serviços.

Fonte: Elaborada pelo autor.

A Figura 1 ilustra a arquitetura e o fluxo funcionamento, além de demonstrar a conexão entre os equipamentos e sistemas utilizados no desenvolvimento da plataforma. A primeira etapa é a definição do domínio de aplicação, onde é realizado o mapeamento das variáveis que compõem a planta e seus atributos.

Na segunda etapa, as variáveis mapeadas anteriormente serão interligadas no controlador da célula, o CLP, que por sua vez, será conectado no servidor UA a fim de expor os dados dos instrumentos no seu espaço de endereçamento de forma padronizada e unificada para permitir que o cliente UA adquira as informações.

Na terceira etapa, foi desenvolvida uma aplicação *web*, tendo em sua estrutura um servidor *web* e encapsulado o componente cliente UA. A aplicação *web* é fundamental para expor as informações nas nuvens de forma e disponibiliza-las para as aplicações clientes.

E por fim, as aplicações clientes podem solicitar as informações oriundas do processo por meio de dispositivos móveis ou computadores.

4.0 RESULTADO E DISCUSSÃO

O estudo de caso relata as etapas de execução e validação da plataforma, metodologia e arquitetura do trabalho. Este estudo foi desenvolvido no Laboratório de Automação, localizado no Centro de Capacitação Tecnológica em Automação Industrial - CTAI, na Universidade Federal da Bahia-UFBA. O CTAI possui uma estrutura apta para desenvolvimento de pesquisas e a possibilidade de validar teorias existentes na academia. A planta é uma réplica de um processo industrial de controle de pressão, nível, temperatura e vazão com tanques acoplados.

A planta utilizada é composta por tanques com diferentes formatos em sua estrutura, logo, a modelagem do tipo tanque é a mesma, o que diferem são as características, ou seja, todo tanque possui capacidade de líquido, as dimensões é que variam. O sistema possui um CLP e um inversor de frequência que tem como função o controle das variáveis do processo. Os dados que devem ser monitorados constantemente são a vazão, o nível dos tanques e a velocidade da bomba. A comunicação realizada entre dispositivos, controladores e clientes é através da rede de comunicação Ethernet Industrial utilizando protocolo TCP/IP.

O mapeamento e a modelagem das variáveis do processo no espaço de endereçamento do OPC UA, para que os dados do sistema sejam lidos corretamente é necessário que suas estruturas de entrada e saída sejam mapeadas dentro do

espaço de endereçamento do servidor UA. Com o auxílio da ferramenta UAModeler, foram criados os modelos dos equipamentos referentes a planta em estudo, conforme Figura 2 (a), isto é, a criação de um tipo genérico, com todas as variáveis do sistema: tanque cilíndrico, tanque cônico, tanque retangular, bomba e válvulas. A Figura 2 (b) apresenta a estruturação dos equipamentos do processo e seus atributos em formato gráfico.

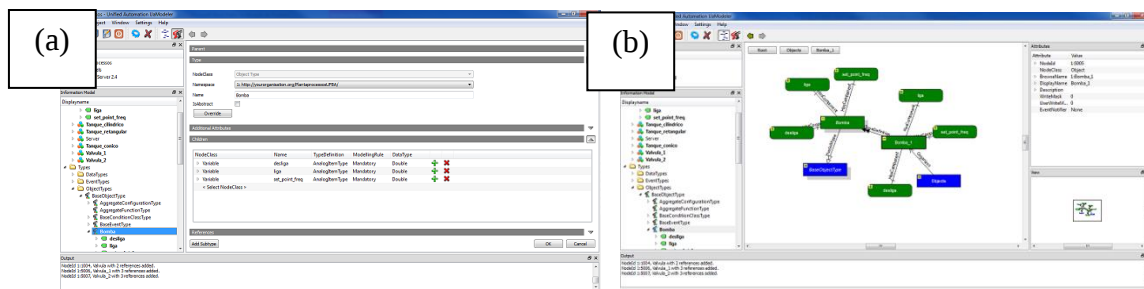


Figura 2: Representação gráfica dos dispositivos e variáveis do processo na ferramenta de modelagem. (a) Tipo view. (b) Tipo gráfica.

Fonte: Elaborada pelo autor.

A Figura 3 demonstra a tela de visualização do cliente para monitoramento das variáveis do processo. O cliente permite a visualização dos dados lidos no processo, demonstra a hierarquia dos dados realizada no processo de modelagem. Serviços como ler e escrever dados no sistema, ligar e desligar bomba, ajustar o set point dos tanques, disponíveis para qualquer cliente conectado na rede consumir essas informações.

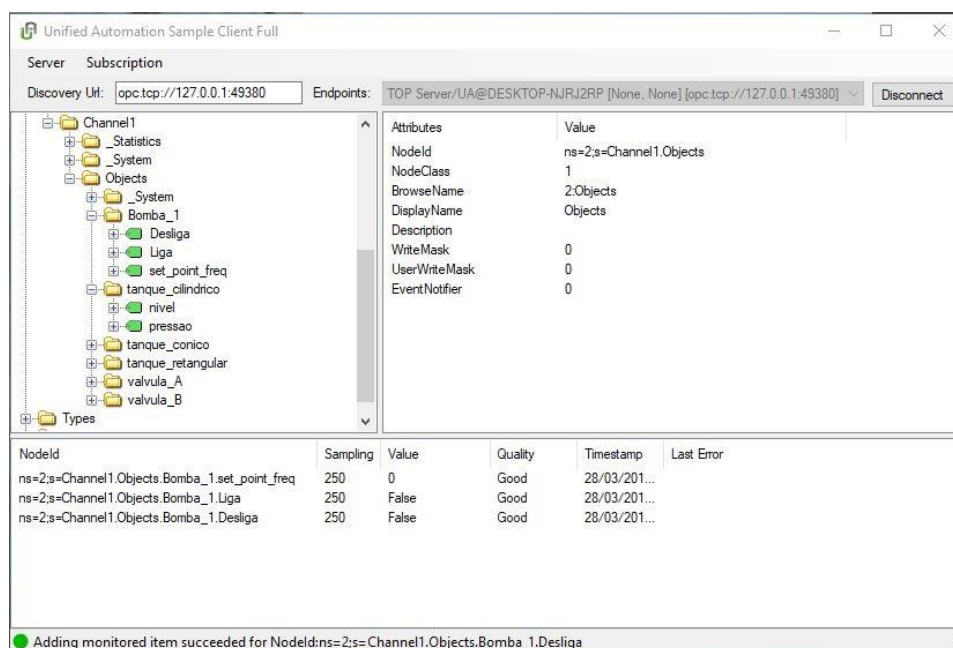


Figura 3: Tela de visualização do cliente.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Para o desenvolvimento da aplicação web utilizou o framework Spring, especificamente, o Web framework Spring MVC (Model View Controller), que é projetado para auxiliar no desenvolvimento de aplicativos flexíveis e de baixo acoplamento.

Possui componentes principais para realizar as funções:

- Configuração Automática: O *Spring Boot* identifica automaticamente as configurações necessárias pelo tipo de aplicação, por exemplo, se é uma aplicação Web, com JPA ou uma API Rest;
- Dependências Automáticas: O *Spring Boot* adiciona, pelo tipo de projeto, um conjunto de bibliotecas que já foram testadas juntas, diminuindo problemas de compatibilidade;
- Interface de Linha de Comando: disponibiliza uma interface de linha de comando onde o programador pode, de maneira fácil, criar, executar e modificar uma aplicação.

A Figura 4 apresenta a tela do servidor UA juntamente com a tela do cliente web de consulta, sendo realizada em uma página browser de um navegador qualquer. O gerenciamento das informações, com acesso via dispositivos móveis,

como smartphone, *tablet* ou por um computador, é concebido via endereço URL. O endereço deve conter os parâmetros de IP da máquina do servidor, porta da rede, qual variável do processo e serviço desejado.

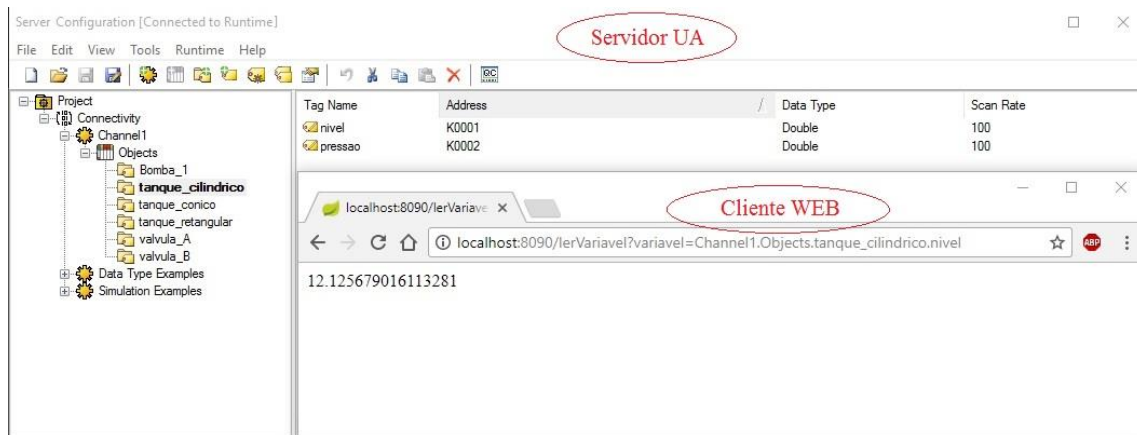


Figura 4: Tela do servidor UA e do cliente web.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Para poder gerenciar e monitorar as variáveis de entrada e saída do processo, foi desenvolvida uma aplicação gráfica que permite obter informações dos três tanques ao mesmo tempo e modificar suas referências de funcionamento, como mostra a Figura 5.

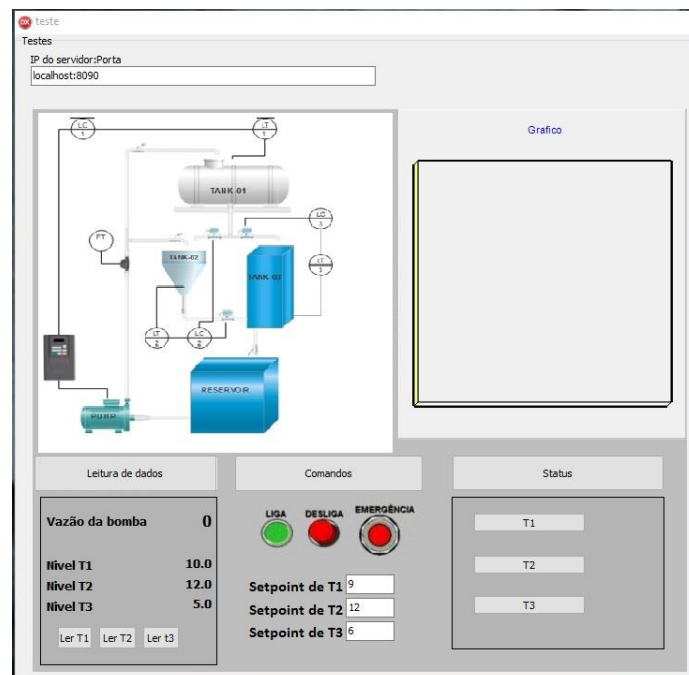


Figura 5: Aplicativo web para gerenciamento da planta de processo.

Fonte: Elaborada pelo autor.

5.0 CONCLUSÃO

O trabalho apresentou uma plataforma modular orientado a serviços utilizando uma interface padrão de comunicação industrial OPC UA, e um guia geral de como realizar a modelagem do modelo da informação OPC UA. A ferramenta UaModeler foi apresentada e utilizada para desenvolver o modelo dos equipamentos utilizados no processo.

Utilizar OPC UA invés do OPC clássico no processo trouxe flexibilidade, padronização, simplificação em instalação, consequentemente ganho de tempo em execução. Os dados estão disponíveis em um servidor OPC UA, qualquer cliente apto pode ter acesso seja para monitorar o processo, executar alguma ação (ler/escrever) ou apenas de visualização, além de terem sido desenvolvidos em uma arquitetura orientada a serviços.

Os resultados mostram que a arquitetura modular orientada a serviços é capaz de controlar de forma eficiente, padronizada e transparente um processo de acordo com uma programação otimizada, além de permitir um leque de aplicações em qualquer domínio e disponibilização das informações na *web*.

Como trabalho futuro, incrementar módulos na arquitetura dando mais complexidade e funcionalidades a plataforma, por exemplo, módulo de controle, dando mais robustez a arquitetura, módulo de tratamento dos dados na rede, big data, módulo de integração dos serviços.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro da FAPESB (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia) e a infraestrutura do Centro Tecnológico de Capacitação em Automação Industrial (CTAI) da UFBA

REFERÊNCIAS

- Azevedo, A., e Almeida, A. (2011): Factory templates for digital factories framework, *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, **27**(4), 755–771.
- Booth, D., Haas, H., McCabe, F., Newcomer, E., Champion, M., Ferris, C., e Orchard, D. (2004): Web Services Architecture, *W3C Note*, **22**(February), 1--98, recuperado de internet: <https://doi.org/10.1023/B:BTTJ.0000015492.03732.a6>.
- Delsing, J., Rosenqvist, F., Carlsson, O., Colombo, A. W., e Bangemann, T. (2012): Migration of industrial process control systems into service oriented architecture, *38th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IECON2012)*, 25-28 October 2012, Montreal, Canada, 5790–5796, recuperado de internet: <https://doi.org/10.1109/IECON.2012.6389039>.
- Eliasson, J., Delsing, J., Raayatinezhad, A., e Kyusakov, R. (2013): A SOA-based framework for integration of intelligent rock bolts with internet of things, *Proceedings of the IEEE International Conference on Industrial Technology*, 1962–1967, recuperado de internet: <https://doi.org/10.1109/ICIT.2013.6505979>.
- Erl, T. (2008): *Service Oriented Architecture: Principles of Service Design (The Prentice Hall Service-Oriented Computing Series)* by Thomas Erl, Prentice Hall, recuperado de internet: <https://doi.org/10.1109/4638a31e209e582b69dbdb95e1cbbfde>.
- Foundation, O. P. C. (2016): What is OPC?, recuperado de internet: <https://opcfoundation.org/about/what-is-opc/>.
- Groover, M. P. (2011): *Automação industrial e sistemas de manufatura*, Pearson Education do Brasil, recuperado de internet: <https://books.google.com.br/books?id=GBrluAAACAAJ>.
- Hermann, M., Pentek, T., e Otto, B. (2016): Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A literature Review, *2016 49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)*, 3928–3937, recuperado de internet: <https://doi.org/10.1109/HICSS.2016.488>.
- Ikram, A., Anjum, A., Hill, R., Antonopoulos, N., Liu, L., e Sotiriadis, S. (2015): Approaching the Internet of things (IoT): A modelling, analysis and abstraction framework, *Concurrency Computation*, **27**(8), 1966–1984, recuperado de internet: <https://doi.org/10.1002/cpe.3131>.
- MacKenzie, H. (2016): The Smart Factory of the Future – Part 1, recuperado 27 de dezembro de 2017, de internet: <http://www.belden.com/blog/industrialethernet/The-Smart-Factory-of-theFuture-Part-1.cfm>.
- Mahnke, W., Leitner, S.-H., e Damm, M. (2009): *OPC Unified Architecture*, (Intergovernmental Panel on Climate Change, Org.) *Climate Change 2013 - The Physical Science Basis*, **1**, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, recuperado de internet: <https://doi.org/10.1007/978-3-540-68899-0>.
- Mendes, J. M., Leitao, P., Colombo, A. W., e Restivo, F. (2008): Service-oriented control architecture for reconfigurable production systems, *2008 6th IEEE International Conference on Industrial Informatics*, 744–749, recuperado de internet: <https://doi.org/10.1109/INDIN.2008.4618201>.
- Moraes, E. C. (2017): *HETEROGÊNEOS NA MANUFATURA*, Universidade federal da bahia.
- Schwarz, M. H., e Borcsok, J. (2013): A survey on OPC and OPC-UA: About the standard, developments and investigations, *2013 24th International Conference on Information, Communication and Automation Technologies, ICAT 2013*, recuperado de internet: <https://doi.org/10.1109/ICAT.2013.6684065>.

MODULAR PLATFORM ORIENTED TO SERVICES FOR INTEGRATION OF DEVICES IN AN ENVIRONMENT OF INDUSTRIAL AUTOMATION.

Mariane Dourado Correia¹, marianedcorreia@gmail.com

Tiago de Oliveira Silva², tiago00.ts@gmail.com

Herman Augusto Lepkison³, hlepikson@gmail.com

¹² Universidade Federal da Bahia-UFBA, BA, Brasil

³ Campus Integrado de Manufatura e Tecnologia SENAI CIMATEC, BA, Brasil

Abstract. *The paper proposes a modular platform based on a service-oriented architecture, uses as standard OPC UA communication between the servers and clients of an industrial communication network. The process data is processed by the industrial controllers, in which the control is made and the information is made available to the users through an interface for the management, monitoring and adjustment of the set points of the industrial process plant variables. The objective of this work is to develop a standardized and service-oriented modular architecture, interoperable in order to make data available in the network, converging with the factory of the future, Industry 4.0. The case study will be a process plant of the Industrial Automation Laboratory (LAI) located at the Federal University of Bahia (UFBA), because it has a structure suitable for research development and the possibility of validating existing theories on control, automation and instrumentation.*

Keywords: *Service Oriented Architecture - SOA, Modular, Industrial Automation, OPC UA.*