

CENÁRIO INDUSTRIAL VIRTUAL: UMA PROPOSTA PARA MELHORIA DO ENSINO- APRENDIZAGEM DE AUTOMAÇÃO E CONTROLE INDUSTRIAL

VANESSA DE OLIVEIRA SILVA*; GERONIMO BARBOSA ALEXANDRE²; RAPHAEL M. S. M. BALTAR³;
JORDÂNIO INÁCIO MARQUES⁴; ANDERSON NUNES DA SILVA⁵

- ¹ Discente de Engenharia Elétrica, IFPE, Garanhuns - PE, oliveiravanessa284@yahoo.com
² M.Sc. Engenharia Elétrica, Professor EBTT, IFPE, Garanhuns - PE, geronimo.alexandre@ee.ufcg.edu.br
³ M.Sc. Engenharia Elétrica, Professor EBTT, IFPE, Garanhuns - PE, raphael.baltar@garanhuns.ifpe.edu.br
⁴ Doutorando em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande - PB, jordanioinacio@hotmail.com
⁵ Esp. Segurança do Trabalho, Professor EBTT, IFPE, Garanhuns - PE, anderson.silva@garanhuns.ifpe.edu.br

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2017
8 a 11 de agosto de 2017 – Belém, Pará, Brasil

RESUMO: A experiência prática é um componente fundamental do processo educacional. Além disso, é muito enriquecedora para a formação de um profissional da área de controle e automação a exposição ao maior número possível de cenários industriais. Infelizmente, o tempo e os recursos econômicos necessários para equipar um laboratório científico são, em muitos casos, indisponíveis para muitas instituições. Para laboratórios de automação e controle, uma solução para este problema poderia ser encontrada a partir da integração de simulação de processos *on-line* com arquiteturas de redes industriais.

PALAVRAS-CHAVE: Laboratórios Virtuais, Educação à Distância, CLP, Redes Industriais.

SCENARIO INDUSTRIAL VIRTUAL: A PROPOSED FOR IMPROVEMENT OF AUTOMATION TEACHING-LEARNING AND INDUSTRIAL CONTROL

ABSTRACT: Practical experience is a key component of the educational process. Moreover, it is very enriching for the formation of a professional in the field of control and automation the exposure to the largest possible number of industrial scenarios. Unfortunately, time and economic resources necessary to equip a scientific laboratory are, in many cases, unavailable to many institutions. For automation and control laboratories, a solution to this problem could be found from the integration of online process simulation with industrial networks architectures.

KEYWORDS: Virtual Labs, Distance Education, PLC, Industrial Networks.

INTRODUÇÃO

A limitação de recursos é uma realidade vivenciada por educadores de muitas instituições de ensino em todo o mundo. Por esta razão, não é sempre comum encontrar escolas com laboratórios totalmente equipados. Mesmo nos melhores laboratórios de controle e automação, há apenas um número limitado de cenários industriais (plantas) disponíveis.

Controladores Lógicos Programáveis (CLP) são componentes básicos no controle de processos industriais, além disso, eles são comumente disponíveis na maioria dos laboratórios de automação. O CLP obtém informações dos sensores instalados na planta e, através de um algoritmo, executa as ações de controle no processo (Adaptado de Franchi, 2009).

Existe um grande número de protocolos de redes industriais capazes de realizar a comunicação entre o PLC e outros componentes industriais. O padrão conhecido como OLE for Process Control (OPC) é um conjunto de *interfaces* de conectividade que especifica a comunicação de dados da planta em tempo real entre dispositivos de diferentes fabricantes (Adaptado de Boyer, 2004; Wang & Linkens, 1996).

Neste contexto, este trabalho propõe uma abordagem multidisciplinar para a implementação de uma ferramenta de ensino composta por simuladores de processos industriais reais, onde as

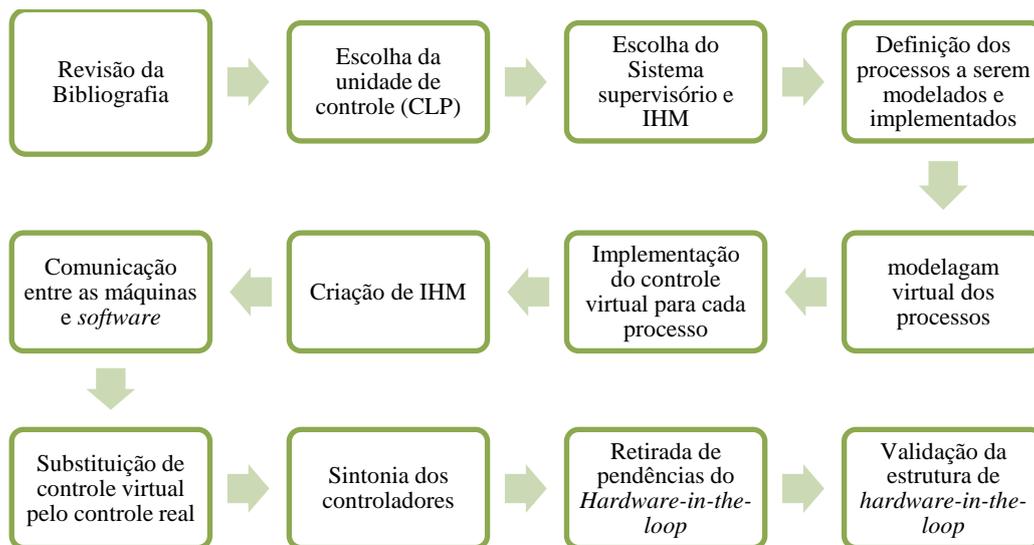
variáveis são disponibilizadas via o padrão OPC para sistemas supervisórios e CLP's, oferecendo uma experiência de aprendizagem verossímil ao obtido em uma indústria real.

Neste laboratório todos os processos industriais serão virtuais (emulados em algum dos *softwares*: HSYS Tech, ASPEN Tech, DSIM, PI SYSTEM, SIMULINK, LABVIEW, ELIPSE SCADA) e seus respectivos sistemas de controle são reais. Esta configuração é conhecida como *hardware-in-the-loop*. Desta forma é possível estudar problemas reais e rotineiros da indústria de transformação na Academia e com custo econômico possível.

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia utilizada para consecução dos objetivos estabelecidos consiste na execução dos passos descritos no fluxograma da Figura 1.

Figura 1 – Metodologia utilizada para criação do *Hardware-in-the-loop*.



O supervisório utilizado trata-se do SCADA (Sistema de Supervisão e Aquisição de Dados) tendo como objetivo fazer montagens rápidas, permitindo que controle e supervisão sejam aliados a uma eficiente interface gráfica, tornando assim, a planta industrial mais evidente, por meio de animações e de objetos que se aproximam graficamente do ambiente real, além de possibilitar a comunicação com outros componentes essenciais para as indústrias, como o CLP.

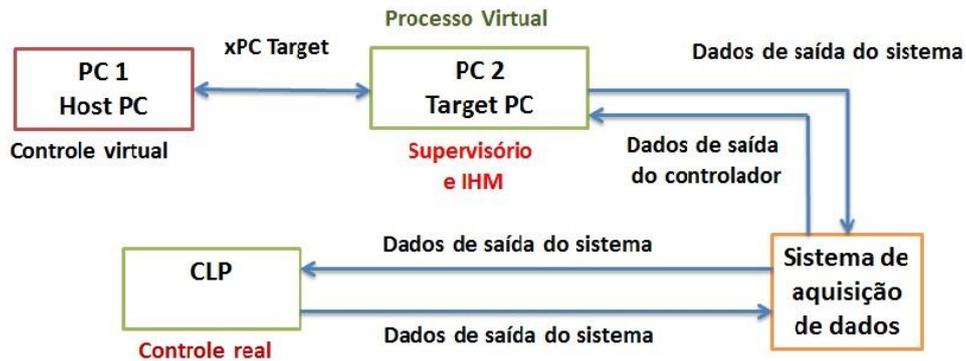
Por este motivo o SCADA é um aliado na aprendizagem técnica e são utilizados em larga escala por diversos cursos de formação profissional. Portanto, tendo como proposta desse projeto a simulação de plantas industriais de forma didática, o SCADA torna-se fundamental por funcionar como uma ponte entre o digital e o analógico.

O modelo E3, desenvolvido pela Elipse *software*, foi o escolhido com uma das partes integrantes do sistema de *Hardware-in-the-loop (HIL)*, onde, por meio da comunicação com o CLP é o software Twido, da Schneider Electric, este permite a leitura e a escrita de dados através de *drivers* de comunicação, o que facilita diversas aplicações industriais, como por exemplo, a localização de falhas dentro da linha de montagem, sendo sinalizado pela estrutura de *hardware* e *software*, o relatório de erro (Sinal de alarme de falha no processo), tornando situações problema efetivamente melhor resolvidas.

O CLP usado como estrutura de controle dos diversos processos virtuais (um CLP para cada processo) é o CLP Twido (TWDLC4E40DRF) da Schneider Electric, por se tratar de um *hardware* prático, barato, didático e de fácil manutenção.

Na Figura 2 é ilustrada a arquitetura de *Hardware-in-the-loop* proposta e validada. O computador de desenvolvimento de *software* corresponde a *Host PC* e *Target PC*, os sistemas de condicionamento de sinais correspondem ao sistema de aquisição de dados (do inglês, Data Acquisition System ou DAQ) e o controlador corresponde ao computador de execução de *software*.

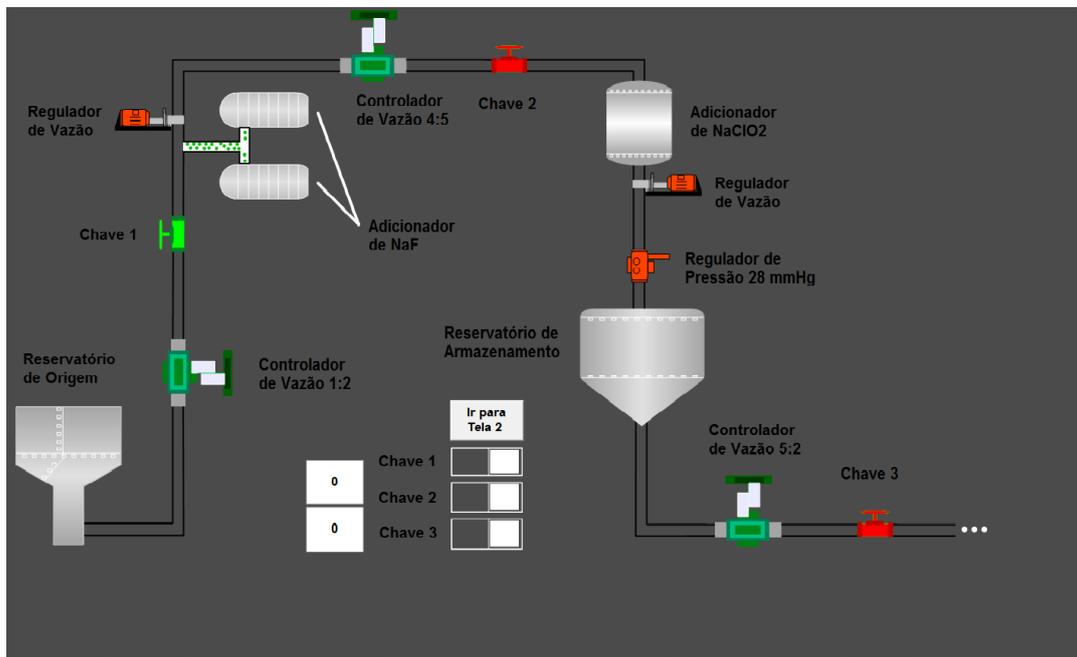
Figura 2 – Modelo de arquitetura HIL proposta.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 3 é ilustrado um processo de tratamento de água implementado no E3 e interligado ao CLP da Schneider Electric. O processo consiste na adição de produtos químicos com o objetivo de torná-la própria ao consumo humano em atividades diárias. A vantagem do uso *Hardware-in-the-loop* está na oportunidade da realização de vários testes no processo virtual antes da implantação do sistema de controle automático na planta de tratamento real da Companhia de Saneamento (a Companhia de Saneamento não permite a realização de testes de controle na sua estação de tratamento em funcionamento, logo a ferramenta proposta objetiva validar estratégias de controle numa planta o mais próximo possível da realidade, evitando paradas não programadas na planta real e redução do custo com manutenção).

Figura 3 – Estação de Tratamento de água automatizada no simulador.



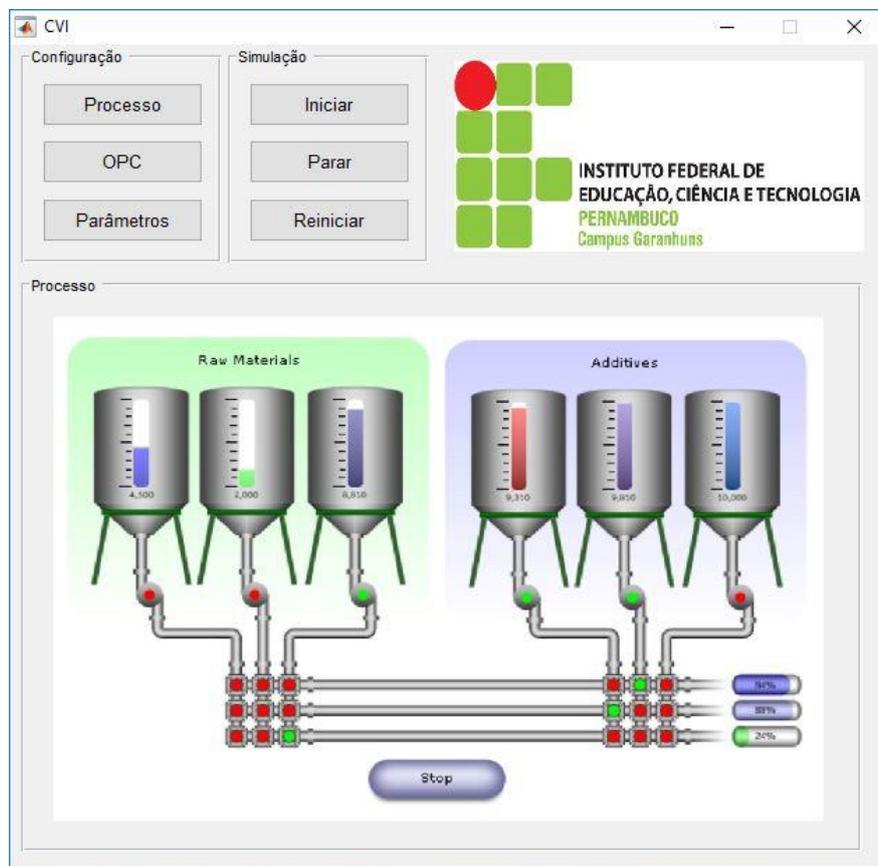
Na constituição da planta (Figura 3), encontram-se três controladores de vazão, que estão conectados ao CLP, e tem como objetivo de controlar o volume da água nas tubulações e serve inicialmente como uma forma de regular a concentração de aditivos (flúor e cloro) e posteriormente como uma forma de proteção da tubulação evitando que o volume de água supere o permitido; dois reguladores de vazão, que se comunicam, através do CLP, têm como objetivo medir o volume do fluido após a saída dos tanques de adição; dois reservatórios, um para a água não tratada e outro para armazenar a água depois do tratamento; dois adicionadores para flúor e cloro; três chaves que controlam todo o percurso da água dentro da montagem e que dividem a mesma em três etapas de funcionamento.

- ✓ 1ª etapa: com acionamento da Chave 1 na planta pelo operador, o *software* envia um comando para o CLP que aciona a chave real no processo possibilitando que a água saia desde o reservatório de origem até um adicionador de fluoretos, passando por um controlador de vazão, também controlado pelo CLP, que altera o volume com que a água percorre os encanamentos e, com isso, altera a concentração resultante desse aditivo na água. Após o fim dessa adição, a água passa por um regulador de vazão que verifica a sua velocidade e, se houver um erro com capacidade de comprometer o processo, o controlador de vazão tem seu funcionamento corrigido pelo regulador.
- ✓ 2ª etapa: saindo do adicionador de fluoreto, a água se destina a um segundo controlador de vazão e, caso a Chave 2 seja acionada pelo operador, para o adicionador de cloreto, onde, após esses aditivos serem adicionados ao líquido, descansará por um tempo determinado na programação do CLP.
- ✓ 3ª etapa: por fim, a água passa por um regulador de pressão e chega a um segundo reservatório, onde ficará esperando o acionamento da Chave 3 para ser distribuído para a cidade, sendo necessário também níveis de pressão e volume admissíveis que serão medidos pelo regulador de pressão e por mais um controlador de volume respectivamente.

Durante as três etapas da operação a comunicação entre o CLP e E3 permite que o operador tenha controle das etapas por meio do acionamento das chaves que é feito dentro do próprio supervisão, além de deixar o operador (no caso do Laboratório, o aluno) ciente de todas as partes constituintes do processo, por meio de sensores que estão presentes no controlador e nos reguladores. O *software* da Elipse também permite relatórios completos da simulação, o que facilita todo o acompanhamento em longo e curto período de tempo.

Na Figura 4 é ilustrado outro processo presente no Laboratório, um processo de mistura. A *interface* foi desenvolvida no módulo Guide do Software SCILAB, que concentra todas as funções de configuração e simulação necessárias para a execução do simulador.

Figura 4 – *Interface* do simulador do processo de mistura desenvolvido.



Fonte: Alexandre e Lima, 2013.

O modelo matemático do processo deve ser criado previamente por professores e alunos. Uma estrutura padrão de modelo matemático implementado no Scilab Open Source deve ser utilizada, dividindo-se em quatro componentes bem definidos que são: variáveis de entrada, variáveis de saída, parâmetros de configuração e o modelo matemático do processo. O número de entradas, saídas e parâmetros de configuração diferente é variável a depender do processo implementado.

No botão “Processo” o usuário irá escolher no acervo de processos do laboratório virtual qual modelo deseja carregar no simulador. Uma vez que o processo for carregado, o usuário deverá acessar o botão OPC para configurar o servidor OPC que será utilizado e designar as variáveis OPC às entradas e saídas do processo carregado. A seguir é possível configurar todos os parâmetros pertinentes àquele processo a partir do botão “Parâmetros”. Uma imagem ilustrativa do processo também é carregada e apresentada na tela.

No campo “Simulação” tem-se acesso às funcionalidades de execução do simulador que consistem em iniciar, pausar e parar a simulação. Uma vez que o usuário iniciou a simulação do processo, o sistema irá alterar as saídas do processo a partir do modelo matemático desenvolvido e escrever os novos valores nas variáveis do servidor OPC. Uma vez que as variáveis de entrada e saída do processo são compartilhadas entre o simulador, o CLP e o sistema supervisorio, o sistema oportuniza uma experiência de aprendizagem muito próxima da que seria obtida se o processo real estivesse disponível.

Uma vez criado o novo modelo de processo, este será acrescentado ao acervo de processos do laboratório virtual e poderá ser utilizado nas aulas e projetos de pesquisa.

CONCLUSÃO

Os resultados apresentados neste artigo demonstraram os benefícios pedagógicos do uso da topologia de laboratórios virtuais com elementos físicos reais, como o CLP e IHM, associada ao padrão de comunicação industrial OPC. A aprendizagem obtida com a abordagem proposta oportuniza a experiência prática de montagem, defeitos e ligação de componentes de uma planta real. Trabalhos futuros envolvem a inserção de novos modelos de processos industriais ao sistema e disponibilização do laboratório virtual para utilização via *internet*, onde estudantes de outras instituições poderão utilizar o sistema.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Departamento de Engenharia Elétrica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pernambuco (IFPE – *Campus Garanhuns*).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alexandre, G. B. & Lima, A.M.N. (2013). Diagnóstico de Falhas e Gestão de Alarmes em Sistemas de Instrumentação e Controle Industrial. Trabalho de Conclusão de Curso, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Brasil.
- Boyer, S. A. SCADA: supervisory control and data acquisition. 3rd edition, Research Triangle Park, NC: ISA, 2004, 219 p.
- CLP TWIDO Compactor da Schneider Electric, Disponível em: <http://www.schneider-electric.com/products/br/bz/3900-pacs-clps-e-outros-controladores/3920-controladores-clp-pac-para-maquinas-comerciais/531-reles-inteligentes-zelio-logic/>. Acesso em: 12/05/2017.
- Franchi, C. M. Controladores lógicos programáveis: sistemas discretos. 2ª edição, São Paulo, Editora: Érica, 2009. 352 p, ISBN 9788536501994.
- Wang, H. & Linkens, D. Intelligent Supervisory Control: a qualitative bond graph reasoning approach. USA: World Scientific Publishing Company Inc., 1996, 210 p.
- Software SCILAB, Disponível em: <http://www.scilab.org/download/latest>. Acesso em: 12/05/2017.
- Software Eclipse E3, Disponível em: <https://www.elipse.com.br/produto/elipse-e3/>. Acesso em: 12 de maio de 2017
- Software TwidoSuite, Disponível em: <http://www.schneider-electric.com/products/br/bz/5100-software-de-programacao-e-configuracao/5140-sofwares-de-programacao-para-clp-pac/1453-twid-suite/>. Acesso em: 12 de maio de 2017.