



VII Encontro de Iniciação Científica e
Tecnológica
VII ENICT
ISSN: 2526-6772
IFSP – Câmpus Araraquara
20 e 21 de outubro de 2022



Estudo para disponibilizar ambiente virtual para simulação da transferência de calor

GIOVANNA TURANO LIMA¹, ELCIO RODRIGUES ARANHA²

¹ Discente de Engenharia de Controle e Automação IFSP Campus Cubatão. Giovanna.turano@aluno.ifsp.edu.br

² Docente IFSP Campus Cubatão. Aranha@ifsp.edu.br

Área de conhecimento (Controle de processos eletrônicos, retroalimentação): 3.04.05.03-3

RESUMO: Investimentos para disponibilizar ambientes acadêmicos para estudo de processos industriais, de forma geral, demandam significativo espaço físico, esforço de implementação e recursos financeiros. Ambientes virtuais de baixo custo que possibilitem interagir com os processos industriais podem suportar o entendimento da tecnologia e suportar as atividades da academia para que seja possível desenvolver, de forma acessível, atividades na área de Controle e Automação. O estudo propõe que o projeto do ambiente virtual seja na direção da utilização de simuladores gratuitos, técnicas de comunicação entre os sistemas de controle e recursos de informática. Espera-se que o projeto possa utilizar para o equacionamento do processo e regras de negócio o Codesys[®] e para a interface com o operador o sistema supervisório da InduSoft[®]. O estudo pretende propor funcionalidades de um protótipo simulador de processos, por meio de um conjunto de operações unitárias e simulações simplificadas dos ambientes industriais. O ambiente proposto deverá subsidiar a virtualização do processo produtivo de forma flexível e com pré-requisitos acessíveis. A simplicidade da plataforma deve permitir ao docente dispor do ambiente tanto dentro dos laboratórios da instituição como disponibilizar aos alunos a utilização em suas residências.

PALAVRAS-CHAVE: Codesys[®]; Indusoft[®]; Virtualização; Ambiente didático; simulação de processo.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, seja pela pandemia, seja por disputa em posição e relevância no mercado de software, recursos computacionais, têm se desenvolvido rapidamente e diversas tecnologias estão disponibilizadas e podem ser utilizadas sem custo pelas instituições de ensino. A competição das indústrias, necessidade do aumento das margens por meio da diminuição de custos operacionais tem alavancado diversas inovações e melhorias nos processos industriais e recursos/ferramentas de automação. A automação industrial tem se municiado de todos os recursos disponíveis para a melhoria da produtividade e qualidade nos processos. Tais modificações procuram maximizar a produção e reduzir o custo produtivo (seja por consumo de energia, utilização de matéria prima ou qualquer outro insumo) (SOUZA; PEREIRA, 2015). Desta forma a aplicação de novas tecnologias no controle no ambiente industrial podem trazer inovações e novas características com melhoria de rendimento que são importantes para o mercado no qual as indústrias estão inseridas. Neste contexto de transformação e aumento da complexidade dos controles da automação é importante que os profissionais possam se familiarizar com todas as interações e detalhes do processo. A ideia deste estudo é verificar as premissas para a simulação de um ambiente industrial flexível e de baixo custo, que possa ser facilmente replicável. Desta forma procura-se no estudo propor premissas para funcionalidades de um módulo simulador de processos, a ser desenvolvido em projeto de iniciação científica, que possa se comunicar por

meio de protocolo industrial padronizado com os demais equipamentos e, o conjunto didático, possa ser disponibilizado, com baixo custo, para o laboratório da instituição e atividades remota na residência dos discentes.

O estudo utiliza como premissa a utilização de softwares com licença educacional gratuita de forma que processos unitários possam ser estudados e manipulados pelos discentes. A Figura 1 apresenta um diagrama de blocos para o estudo desenvolvido. Basicamente pode-se observar a utilização de dois softwares no diagrama: Codesys® (Software desenvolvido pela CODESYS Group que permite a criação de aplicativos de automação simples e sofisticados para controladores industriais) e o Indusoft® (Desenvolvido pela Aveva. O InduSoft Web Studio é um software de desenvolvimento e runtime único que incorpora todas as ferramentas necessárias para criar aplicações IHM/SCADA, dashboards e interfaces). Na fundamentação teórica há um melhor detalhamento para o entendimento de cada uma das plataformas.

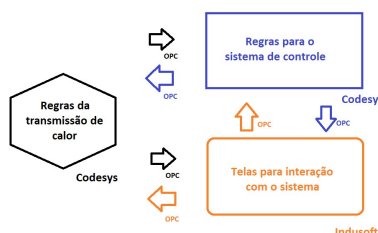


Figura 1 – Diagrama de blocos das funcionalidades do estudo

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A automação industrial pode ser definida como sistemas de controle que monitoram e garantem o correto funcionamento de projetos de forma que suportem a autonomia das atividades da fabricação e reduzindo a interação humana na cadeia de valor (SIEMBRA, 2020).

Os sistemas de controle são caracterizados por um conjunto de equipamentos e dispositivos que possuem a função de gerenciar um sistema para garantir uma resposta prevista e esperada de uma determinada máquina ou processo (NISE, 2017).

Os sistemas supervisórios podem ser definidos como parte de um sistema de controle específico. Os sistemas supervisórios supervisionam ou monitoram processos industriais por meio da visualização das variáveis do processo de uma planta produtiva (JURIZATO; PEREIRA, 2003).

Controlador lógico programável, CLP, segundo a NEMA (*National Electrical Manufacturers Association*) é um dispositivo eletrônico que utiliza memória programável para implementar funções específicas (lógica, sequenciamento, temporização, contagem e aritmética). O CLP controla por meio de módulos de entradas e saídas vários tipos de máquinas ou processos.

Os controladores programáveis são compostos por dispositivos de hardware e software que, combinados de forma organizada, estabelecem controle das informações e variáveis envolvidas no processo produtivo sob seu monitoramento (SOUZA; PEREIRA, 2015).

Os CLP podem ser programados por diversas linguagens. A IEC 61131-3 estabelece uma padronização das linguagens de programação para a automação industrial. Esta norma é independente de qualquer empresa de automação e é disposta em cinco partes que tratam de: 1. Visão geral; 2. Hardware; 3. Linguagens de programação; 4. Guias de uso, e 5. Comunicações (WAL, 2018). A arquitetura do protocolo OPC tem como configurações básicas de conexão com os clientes, a configuração em grupo, parâmetros e tags (SANTOS NETO; BARROSO; QUINTINO et al, 2012).

O Codesys® é desenvolvido e comercializado pela CODESYS Group e tem como premissa o desenvolvimento gratuito e disponibiliza a simulação e programação de controladores programáveis. O Codesys® tem uso recorrente no meio acadêmico para desenvolvimento de aplicações e simulações a partir da sua comunicação OPC.

Indusoft® é um sistema supervisório distribuído e desenvolvido pela Aveva e disponibiliza uso gratuito para o uso acadêmico. O InduSoft Web Studio é um software de desenvolvimento e runtime único que incorpora todas as ferramentas necessárias para criar aplicações IHM/SCADA, dashboards e interfaces OPC.

Condução, convecção e irradiação podem ser definidas como diferentes processos de propagação do calor. Calor é energia térmica em trânsito, em constante movimentação e transferência entre os corpos. Para que ocorra a transferência de calor é determinante que exista diferença de temperatura entre os pontos a serem observados e o calor irá fluir do corpo de maior temperatura para o corpo de menor temperatura (INCROPERA; DEWITT, 2014). A condução térmica é a propagação do calor a partir da transferência de energia térmica de partícula para partícula. Este tipo de propagação se dá por toda a área afetada até que seja alcançado o equilíbrio térmico. Nos materiais definidos como condutores de calor o processo de transferência se dá com maior velocidade (ÇENGEL; GHAJAR, 2004) e (FELICIO, 2010). A convecção térmica é propagação do calor que ocorre nos fluidos em decorrência da diferença de densidade. Por conta de diferença de densidade formam-se correntes de convecção que vão ocorrer até que seja alcançado o equilíbrio térmico entre as superfícies (ÇENGEL; GHAJAR, 2004), (FELICIO, 2010) e (INCROPERA; DEWITT, 2014)

METODOLOGIA

Os materiais a serem utilizados no projeto são basicamente um computador com Windows 10 ou superior de 64 bit, 2.5 GHz Processador, 8 GB de memória RAM, pelo menos 15 GB de espaço livre no HD. Durante o desenvolvimento do ambiente os participantes da iniciação científica precisarão de conhecimento e conceitos de sistemas supervisórios e programação IEC-61131-3. Para a estrutura deste projeto serão usados os softwares Codesys® e InduSoft® conforme diagrama representado na Figura 1. Ainda, conforme demonstrado na Figura 1, por meio do protocolo de comunicação OPC as informações dos três módulos do projeto serão compartilhadas: As regras de sistema de controle serão estabelecidas no Codesys®; O equacionamento estabelecido pela programação IEC no Codesys® para as regras da transmissão de calor (Equação 1); Telas de interação do usuário/processo com o InduSoft®.

Será estabelecido no Codesys® o equacionamento definido nas Equação 1 a fim de representar o perfil de temperatura e arranjo de materiais da Figura 2 e o equacionamento para o dimensionamento matemático da transferência de calor representado na Figura 3.

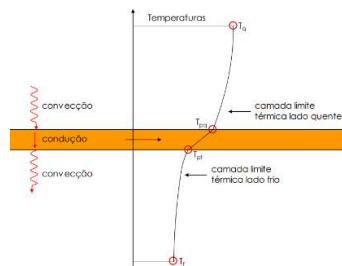


Figura 2 – Perfil de temperatura e arranjo do experimento

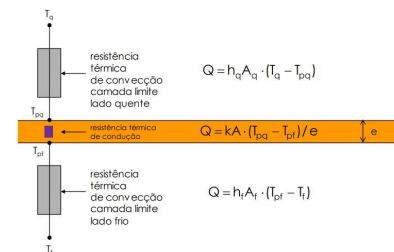


Figura 3 – Diagrama da transferência de calor

Fonte: Adaptado de Selegim, 2018

$$Q = \frac{Tq - T}{\frac{1}{h_q A_q} + \frac{e}{K A_q} + \frac{1}{h_f A_f}} \quad (1)$$

Onde:

- A = é a área através da qual o calor flui;
- h = é o coeficiente de transferência térmica;
- K = é a condutividade térmica do material, $[W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}]$;
- Q = é a quantidade de calor (cal ou J);
- T = é a temperatura ($^{\circ}C$ ou K);
- $(h_q A_q)^{-1}$ representa a resistência de convecção (q);
- $e / (k A_q)^{-1}$ representa a resistência térmica de condução (p);
- $(h_f A_f)^{-1}$ representa a resistência térmica de convecção (f).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo estabeleceu as premissas para o desenho de um projeto de Iniciação Científica que está em desenvolvimento no ano de 2022. A implementação da simulação com variáveis virtuais de processo em ambientes educacionais permite estabelecer critérios mínimos e correntes para nortear as atividades de simulação e estabelecer minimamente a sintonia do controle em função da variação dos critérios do cenário desenhado para a operação unitária. Por outro lado, em razão do baixo custo e esforço de replicação do ambiente é possível que os discentes possam utilizar o sistema proposto e ampliar o modelo para que possa ser representado cenários mais complexos e desafiadores. O sistema pode contribuir para o entendimento e atividades para disciplinas como Fenômenos de Transporte e Modelagem de Sistemas. A utilização do protocolo OPC também permite temas transversais para o experimento como controladores de processo, redes industriais, sistemas supervisórios.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo permitiu o início da pesquisa de virtualização de variáveis de processo. Esta pesquisa está em andamento e um experimento deve estar concluído e operacional ainda em 2022. Neste experimento foi inserida uma fonte de calor para que o sistema de controle possa interagir com a potência da fonte em função do fluxo de calor do modelo descrito. Para o 13º CONICT do IFSP o protótipo deve estar funcional e o ambiente virtual será apresentado de forma operacional permitindo que sejam mensuradas as funcionalidades e potencial de suporte para as atividades acadêmicas quanto a transferência de calor e controle de processo.

REFERÊNCIAS

ÇENGEL, Y.A.; GHAJAR, A.J. *Transferência de Calor e Massa – Uma abordagem prática*, 4ª ed. Porto Alegre: Mc Grall-hill, 2012.

FELÍCIO, Luiz Carlos. *Modelagem da Dinâmica de Sistemas e Estudo da Resposta.*, v. 2, 2007-2010. https://www.academia.edu/36441096/Modelagem_da_Dinamica_de_Sistemas_e_Estudo_da_Resposta. Acesso em 07/09/22.

INCROPERA, F.; DEWITT, D.P. *Fundamentos de Transferência de Calor e de Massa*, 7ª ed., Rio de Janeiro: LTC, 2014

JURIZATO, L. A.; PEREIRA, P. S. R.: SISTEMAS SUPERVISÓRIOS. 2003. Disponível em: https://www.protcom.net/literatura/scada/notas%20t%20c3%89nicas/nt_sistemas%20supervis%20c3%93rios.pdf. Acesso em: 23 ago. 22.

NISE, N. S. Engenharia de Sistemas de Controle. Editora LTC, 7ª edição, Rio de Janeiro, 2017.

NOVUS. CONTROLE PID BÁSICO. 2003. Acesso em 07/09/22. Disponível em:

<https://www.novus.com.br/artigosnoticias/arquivos/ArtigoPIDBasicoNovus.pdf>.

SANTOS NETO, A. F.; BARROSO, D. ; QUINTINO, J. ; GOMES, F. J. ; BARBOSA, F. S.: TORNANDO A EDUCAÇÃO EM CONTROLE DE PROCESSOS MAIS REALISTA: A UTILIZAÇÃO DO PROTOCOLO OPC, COBENGE (Belém - PA), 2012.

SELEGHIM, P.: SEM0551 Fenômenos de Transporte. *Condução unidimensional de calor: Circuitos equivalentes*. Universidade de São Paulo, 2018. Acesso em 07/09/22. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5057986/mod_resource/content/1/TC2%20Condu%C3%A7%C3%A3o%20Unidimensional%20de%20Calor%20-%20Circuitos%20Equivalentes.pdf

SIEMBRA. O que é Automação Industrial? 2020. Disponível em: <https://www.siembra.com.br/noticias/o-que-e-automacao-industrial/>. Acesso em: 23/08/22.

SOUZA, L. C.; PEREIRA, A. L. S.: *ESTUDO E APLICAÇÃO DE LINGUAGENS DE PROGRAMAÇÃO UTILIZANDO O SOFTWARE CODESYS*. 2015. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás. Acesso em 07/09/22. Disponível em: http://www.ifg.edu.br/attachments/article/3018/IC_2014_Lucas%20Carvalho%20Souza.pdf.

WAL, E. V.: IEC 61131-3: a norma para programação, PLC Open, 2018, Tradução de Marcos Fonseca, disponível em: https://plcopen.org/sites/default/files/downloads/intro_iec_march04_portuguese.pdf Acesso em 07/09/22.