

## CONTROLE DE PROCESSOS UTILIZANDO SCILAB E ARDUINO

Kevin Mitsuhiro Omori (PIC), Camila de Brito Miranda Faia (Co-orientador), Caliane Bastos Borba Costa (Orientador), e-mail: cbbcosta@uem.br.

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Tecnologia / Maringá, PR.

**Área e subárea do conhecimento: Engenharia Química/Processos Industriais de Engenharia Química.**

**Palavras-chave:** controle, Scilab, Arduino.

### Resumo:

A demanda por um profissional de engenharia mais bem capacitado nas técnicas de simulação e controle cresce paralelamente ao desenvolvimento industrial e tecnológico do século XXI. Nesse sentido, torna-se interessante o desenvolvimento de um ambiente de controle virtual com fins didáticos em que o estudante de engenharia possa criar bases visuais para a construção do seu conhecimento na ciência de controle. Para que se atinja esse objetivo, o projeto tratou da estruturação de um sistema de controle simulado utilizando da interação do Scilab e do Arduino, interfaces gratuitas ou de baixo custo e código livre, capazes de substituir a necessidade de montagem de uma planta física, que sofre com limitações econômicas e humanas para sua construção. O sistema de controle simulado foi estruturado com êxito, e, apesar de possuir algumas limitações, é capaz de criar simulações didáticas e interativas.

### Introdução

Segundo Seborg *et al.* (2011), durante o século XXI, a notoriedade da ciência e da tecnologia de controle de processos, que já é crescente, ganhará ainda maior importância, considerando as rápidas mudanças econômicas, o desenvolvimento tecnológico, industrial e computacional, bem como as crescentes preocupações com a segurança de processos e com a produção ambientalmente sustentável. Como consequência dessas demandas que irrompem a contemporaneidade de processos produtivos de alta performance e de produtos de alto valor agregado, os autores justificam a necessidade da capacitação do profissional em engenharia em controle e simulação de processos.

Nesse aspecto, a aplicação de práticas laboratoriais é, sem dúvida, uma das principais aliadas no processo de aprendizagem dos conteúdos supramencionados, uma vez que permite ao discente criar bases visuais, as quais ajudam na construção de uma capacitação mais sólida do profissional a ser formado. Todavia, essa prática tende a ser severamente limitada por restrições econômicas, materiais e humanas para construção de diferentes plantas de sistema de controle que possibilitem a visualização dos diferentes conceitos ou do controle de diferentes variáveis.

Evidenciadas as necessidades educativas da aplicação de novas ferramentas didáticas, justifica-se a construção de um ambiente de simulação de controle de sistemas, utilizando, com essa finalidade, ferramentas de baixo custo, de licença gratuita e de código aberto.

Nesse contexto, destacam-se duas interfaces de acesso livre para a construção de simulações de controle de processos: o Scilab e o Arduino. O Arduino é uma plataforma de *hardware* e *software* de licença livre, desenvolvida para promover uma forma simples de prototipagem eletrônica de fácil uso, mesmo para aqueles carentes em conhecimento das áreas de eletrônica e programação. O Scilab, por sua vez, é um *software* livre de computação numérica de linguagem de programação de alto nível, dentro do qual encontra-se ainda a ferramenta Xcos, uma interface gráfica de programação em blocos para a construção de simulações dinâmicas, e ainda conta com diversas extensões que garantem as mais diversas aplicações e facilidades ao seu uso, inclusive a comunicação com a placa Arduino.

O objetivo geral deste trabalho, portanto, foi a estruturação e avaliação de um sistema de controle simulado utilizando as interfaces Xcos e placa Arduino, possibilitando a visualização de diferentes estratégias e modos de controle para fins didáticos.

## Materiais e Métodos

Para a criação do ambiente de controle simulado, definiu-se e modelou-se um processo químico, cuja dinâmica em função de variáveis de perturbação ou manipulação no sistema foi simulada via Xcos. Sensores (virtuais, concebidos no Xcos) enviavam então os sinais simulados da planta ao Arduino (placa física), dotado de uma rotina de controle, que calculava o sinal a ser enviado ao atuador (simulado no Xcos) correspondente à ação de controle sobre a variável manipulada, de forma que fosse possível avaliar a resposta dinâmica do sistema.

O sistema simulado consistiu num tanque contínuo equipado com um sistema de aquecimento no qual se aplicava o sistema de controle. A planta, bem como os demais elementos de malha como sensor e o atuador foram definidos, modelados e programados na interface do Xcos, como mostra a Figura 1.

À placa física Arduino compete a rotina da estratégia de controle do sistema, e foram selecionadas duas estratégias de controles: *feedback*, com controles do tipo P, PI, PID e I-PD, sintonizados a partir dos métodos Ziegler e Nichols para Malha Fechada e pelo método ITAE e *feedforward*, com base no estado estacionário e no modelo dinâmico do processo. A implementação computacional do controle no Arduino foi realizada mantendo como base o código “toolbox\_arduino\_v5”, desenvolvida por Bruno Jofret (JOFRET, 2020), de licença livre para uso em conjunto com a Arduino Toolbox na plataforma Xcos do Scilab, permitindo a comunicação das duas partes via comunicação serial.

A partir do código base, foram então implementadas as funções responsáveis pela rotina de cada uma das diferentes estratégias e modos de controle, de forma que fosse possível alterar internamente à programação do Arduino os valores dos parâmetros do controlador, tais como ganho, tempo integral e derivativo, bem como o próprio modo de controle a ser utilizado na simulação.

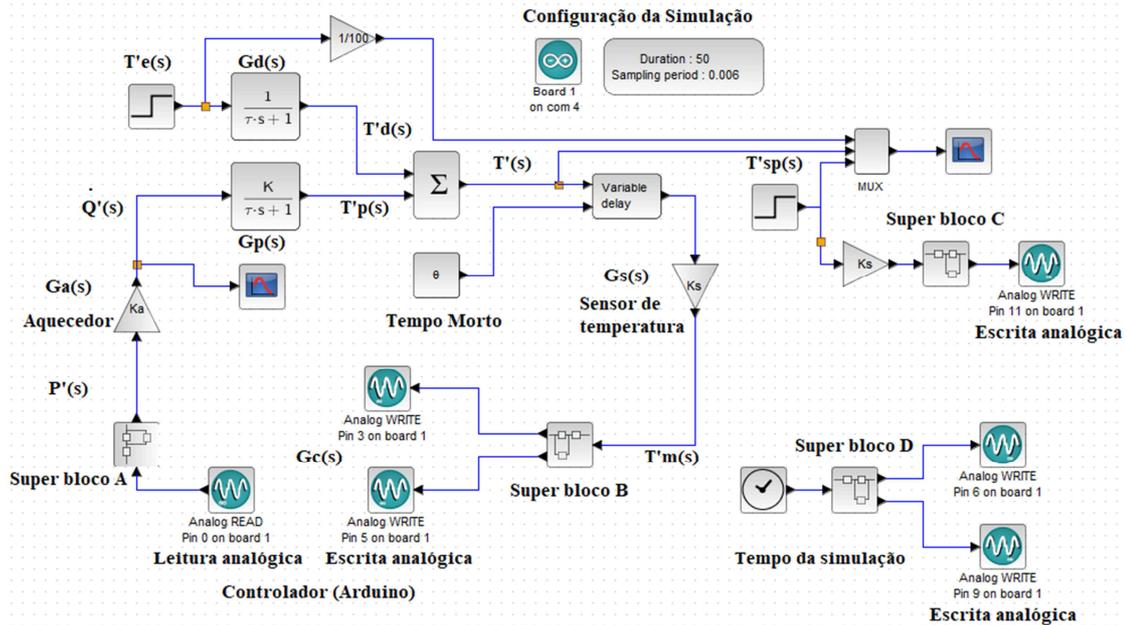


Figura 1 - Esquema da simulação para controle feedback construída na ferramenta Xcos do Scilab.

## Resultados e Discussão

O ambiente de controle simulado foi testado para problemas do tipo servo e regulador, tanto para o controle *feedback* em seus diferentes modos, P, PI, PID e I-PD com diferentes métodos de sintonia, bem como para o controle *feedforward*, e apresentaram respostas muito próximas daquelas esperadas teoricamente. Alguns exemplos são mostrados nas Figuras 2 e 3, que mostram a resposta dinâmica de controladores PID sintonizados pelo método ITAE, sendo a primeira para um problema servo e a segunda para um problema regulador.

Controle PID - Sintonia ITAE

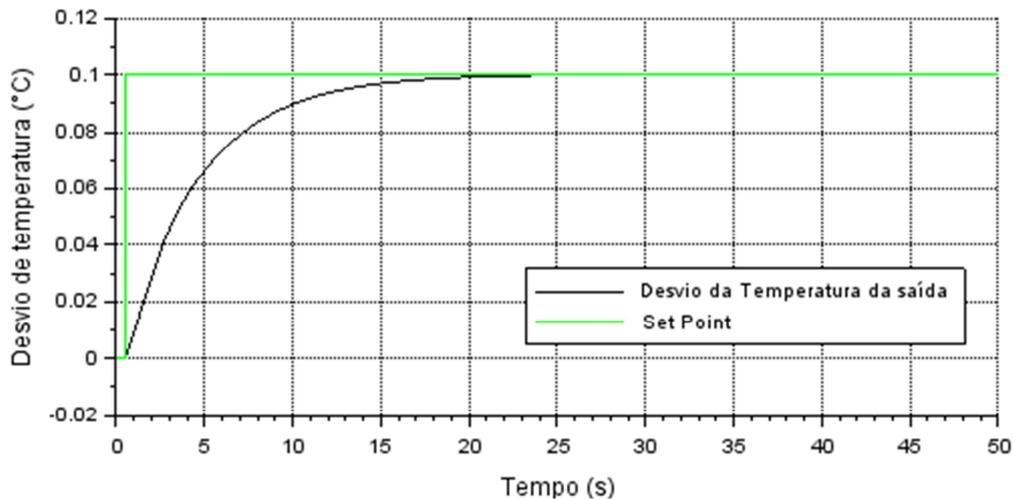
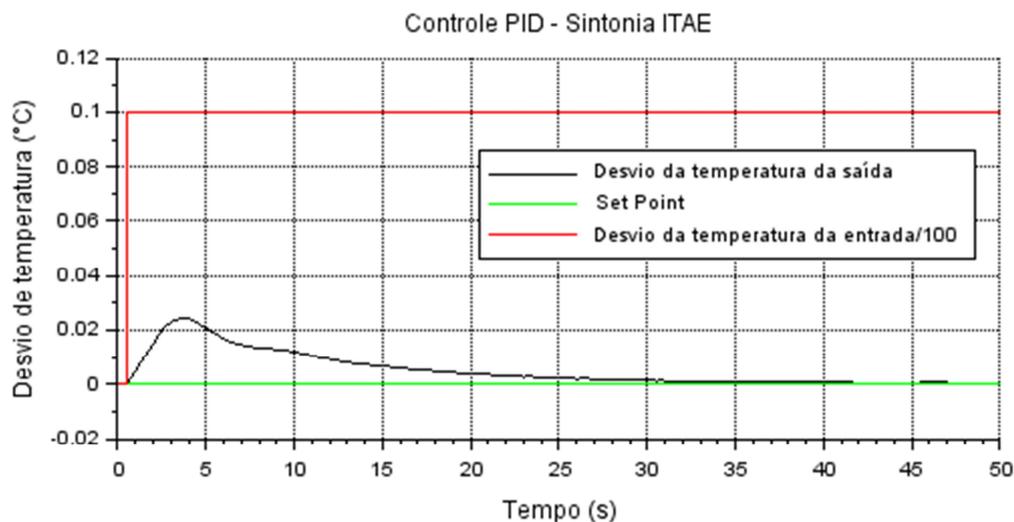


Figura 2 - Problema tipo servo - Controle PID com sintonia ITAE para mudança de set point.



**Figura 3** - Problema tipo regulador - Controle PID com sintonia ITAE para perturbação

Um resultado importante observado ainda é que, com o elevado número de blocos de comunicação, a passagem do tempo na simulação é atrasada em relação à passagem do tempo real, de forma que fatores da rotina de controle dependentes da variável tempo devem utilizar o tempo medido pela simulação do Xcos, e não a medida de tempo real, fornecida pela própria placa Arduino.

## Conclusões

Verificou-se a partir dos resultados de resposta dinâmica que o sistema integrado Arduino/Xcos é capaz de fornecer respostas condizentes com aquelas esperadas para os mais diversos tipos de controle simulado. A criação do ambiente virtual na interface do Xcos, bem como a programação da rotina de diferentes estratégias de controle na interface IDE do Arduino, provou-se simples, o que torna a ferramenta acessível à aplicação didática.

## Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade Estadual de Maringá pelo suporte ao desenvolvimento de projetos de iniciação científica do tipo PIC.

## Referências

SEBORG, D. E.; EDGAR, T. F.; MELLICHAMP, D. A.; DOYLE III, F. J. **Process dynamics and control**, 3rd ed. New York: John Wiley & Sons, 2011.

JOFRET, B. Arduino – Arduino communication through Serial. Scilab. ATOMS: Arduino details. 2020. Disponível em: <<https://atoms.scilab.org/toolboxes/arduino>> Acesso em 26/05/2021.