

# **Desenvolvimento e implantação de um simulador de treinamento para fins didáticos usando um programa computacional tipicamente empregado em sistema digital de controle distribuído e aplicado ao control**

## **Autores**

---

Rubens Gedraite  
Newton Libanio Ferreira

## **Apoio Financeiro**

---

Fap

## **1. Introdução**

---

Cada vez mais a Universidade deve estar inserida na comunidade, buscando trazer soluções a problemas tipicamente encontrados no cotidiano das pessoas em suas atividades profissionais. Neste contexto, destaca-se a importância do desenvolvimento de Projetos de Iniciação Científica como uma ferramenta fundamental para a solução destes problemas. Por outro lado, importa igualmente promover o espírito de investigação junto ao(à) aluno(a), dotando-o(a) das ferramentas necessárias à pesquisa sistemática e permanente do saber, o que implica na produção do conhecimento, tendo o(a) estudante como co-autor(a) deste processo.

O segmento da Automação Industrial vem crescendo de forma sistemática e constante ao longo dos últimos anos, podendo ser dividido em duas sub-áreas bastante importantes, a saber: Controle de Processos e Automação da Manufatura. A sub-área de Controle de Processos faz interface com os conhecimentos desenvolvidos nos cursos EGQ e EGCA oferecidos pela UNIMEP e apresenta bom potencial para a realização de atividades de extensão. Pode-se fazer tal afirmação com base no parque industrial instalado na região (Campinas, Jundiaí, Piracicaba e Santa Bárbara do Oeste), onde as empresas ali atuantes são usuárias intensivas de recursos de Automação Industrial. Destaca-se, em especial, as usinas de açúcar e álcool e as indústrias químicas e/ou que envolvem algum tipo de processamento químico, onde a Automação Industrial é uma ferramenta de indispensável de apoio à produção e de redução de custos.

A UNIMEP vem buscando consolidar a sua tradição como IES comprometida com o desenvolvimento de soluções tecnológicas que atendam às necessidades dos profissionais que trabalham nestas empresas. Uma destas necessidades é a constante busca de atualização tecnológica em recursos informatizados voltados à área de Instrumentação Industrial e Controle de Processos. Neste cenário, a UNIMEP apresenta excelentes condições de atuar como provedora de cursos de atualização na área de Automação Industrial para os profissionais de nível médio e superior que trabalham na área e não possuem condições de estarem ausentes das empresas onde trabalham para freqüentar cursos desta natureza. Por outro lado, os alunos dos cursos de graduação em EGQ e em EGCA passarão a ter contato com a realidade praticada nas indústrias para a área de Instrumentação Industrial e Controle de Processos, podendo desenvolver os respectivos TGs com base nos estudos de caso abordados no intercâmbio de experiências entre as empresas e a Universidade.

## 2. Objetivos

---

Desenvolvimento e implantação de um simulador de treinamento para fins didáticos usando um programa computacional tipicamente empregado em sistema digital de controle distribuído e aplicado à operação de trocadores de calor casco e tubos

## 3. Desenvolvimento

---

### Modelagem e Simulação de Processos Industriais: O que é, Para que serve ?

Para que o futuro profissional possa responder a questionamentos sobre quais são as modificações viáveis num processo; sobre como otimizar um dado processo; ou mesmo responder o que acontecerá com o processo se tal condição operacional for atingida, é necessário falar algo sobre modelos matemáticos.

GARCIA (2005) conceitua modelo matemático como sendo o conjunto de equações matemáticas que representam a realidade física de um determinado sistema.

Os modelos matemáticos podem ser divididos em dois grandes campos: Modelos a parâmetros concentrados e modelos a parâmetros distribuídos.

Nos modelos a parâmetros concentrados não importa a distribuição espacial da grandeza a ser modelada no volume de controle adotado. Como exemplo, pode-se citar o caso de reatores químicos ideais, onde assume-se que a concentração não muda, qualquer que seja a posição no interior do equipamento. Contrariamente, nos modelos a parâmetros distribuídos, a distribuição espacial é importante. A título de exemplo, cita-se o caso do perfil de variação de temperaturas ao longo de um trocador de calor casco e tubos.

É possível melhorar a precisão de um modelo matemático aumentando sua complexidade. Em alguns casos, incluem-se centenas de equações para descrever um sistema completo. Na obtenção de um modelo matemático, no entanto, deve-se estabelecer um compromisso entre a simplicidade do modelo e a precisão dos resultados da análise. Portanto, quando não for necessária uma precisão extrema, é preferível obter apenas um modelo razoavelmente simplificado. Com efeito, fica-se geralmente satisfeito com a obtenção de um modelo matemático adequado ao problema em consideração. No entanto, é importante notar que os resultados obtidos da análise são válidos somente na medida em que o modelo aproxima o comportamento real de um dado sistema dinâmico.

Na obtenção de um modelo matemático razoavelmente simplificado, freqüentemente se torna necessário ignorar certas propriedades físicas inerentes ao sistema. Em particular, se se deseja obter um modelo matemático linear a parâmetros concentrados (isto é, um modelo que empregue equações diferenciais ordinárias), será sempre necessário ignorar certas não-linearidades e a influência de parâmetros distribuídos (isto é, aqueles que dão origem a equações diferenciais parciais) que possam estar presentes no sistema físico. Se os efeitos destas propriedades ignoradas sobre a resposta forem pequenos, será alcançada uma boa concordância entre os resultados da análise do modelo matemático e os resultados do estudo experimental do sistema físico. Em geral, na solução de um novo problema, considera-se desejável construir inicialmente um modelo simplificado de modo a se adquirir um conhecimento básico e geral para a solução. Posteriormente, um modelo matemático mais completo poderá ser então elaborado e utilizado para uma análise mais detalhada. Deve-se estar ciente do fato de que um modelo linear a parâmetros concentrados,

que pode ser válido em operações de baixa frequência, poderá não ser válido em frequências suficientemente altas, uma vez que as propriedades desprezadas dos parâmetros distribuídos podem tornar-se um fator importante no comportamento dinâmico do sistema. Por exemplo, a massa de uma mola pode ser desprezada em operações de baixa frequência; toma-se, porém, uma propriedade importante do sistema em altas frequências.

Seja o caso de um trocador de calor do tipo casco e tubos utilizado para o aquecimento de fluidos líquidos empregando água aquecida. A figura 1 mostra um esquema ilustrativo típico do equipamento estudado.

Figura 1 – Trocador de calor casco e tubos típico

O modelamento matemático do trocador de calor casco e tubos é apresentado na figura 2, usando o ambiente SIMULINK® do programa MATLAB®.

Figura 2 – Modelo matemático do trocador de calor casco e tubos estudado

O modelo, elaborado, considera as seguintes hipóteses simplificadoras (BARACAT, 2000) :

1. O fluxo de calor para os tubos é devido exclusivamente a condensação do vapor de água saturado;
2. A resistência térmica oferecida ao fluxo de calor pelas paredes dos tubos é considerada desprezível;
3. A perda de calor pelas paredes do trocador é considerada desprezível (o equipamento é suposto adiabático); e
4. Será considerado o uso de modelo a parâmetros concentrados(COUGHANOWR & KOPPEL, 1978)

#### **4. Resultados**

---

Com base no modelo matemático desenvolvido, foi estudada a resposta do trocador a um distúrbio na vazão de produto. A variável de processo estudada foi a temperatura de saída do fluido do processo. A figura 3

apresenta o resultado obtido com a simulação computacional (curva laranja), bem como as respostas das outras temperaturas envolvidas

### **Figura 3 – Simulação computacional usando o modelo matemático do trocador de calor casco e tubos estudado**

## **5. Considerações Finais**

---

Os autores pretendem implementar este modelo matemático num algoritmo computacional que será usado para estudar a operação de trocador de calor casco e tubos. Este algoritmo deverá ser executado em um microcomputador do tipo PC®.

O uso de ferramentas computacionais como simuladores de treinamento vem desempenhando papel cada dia mais importante no cotidiano das salas de aula, auxiliando o docente no exercício das atividades didáticas programadas para o curso.

## **Referências Bibliográficas**

---

GARCIA, C. **Modelagem e Simulação de Processos Industriais e de Sistemas Eletromecânicos**. São Paulo; EPUSP. 2005.

COUGHANOWR, D. R.; KOPPEL, L. B. **Análise e Controle de Processos**. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1978.

BARACAT, D. E. **Transmissão de Calor**. São Bernardo do Campo: PAYM, 2000.

## **Anexos**

---



